Ein neues System des chemischen Theiles der Naturwissenschaft

von

John Dalton.

Aus dem Englischen übersetzt

von

Friedrich Wolff,
der Weltweisheit Doctor und Professor am Joachimsthalschen Gymnasium.

Erster Band.

Mit vier Kupfertafeln.

Berlin,
bei Julius Eduard Hitzig
1812.

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS

Vorbericht des Verfassers.

Es war des Verfassers Absicht, als dieses Werk dem Druck übergeben wurde, es vollständig in einem Bande zu liefern; er wurde jedoch veranlaßt, von diesem Vorsatze abzugehen, und es in zwei Bänden dem Publikum mitzutheilen. Die Gründe welche ihn hiezu vermochten, sind folgende:

Er hatte mehrere Abhandlungen in der literärischen und naturforschenden Gesellschaft von Manchester, welche hauptsächlich vom Wärmestoffe und den elastischen Flüßigkeiten handelten, vorgelesen. Diese wurden 1802, im fünften Bande der Schriften dieser Gesellschaft abgedruckt. Die neuen Ansichten zu welchen diese Abhandlungen führten, wurden wichtig und der Aufmerksamkeit werth gefunden. Mehrere der Naturwissenschaft gewidmete Zeitschriften nahmen sie aus den Denkschriften jener

Gesellschaft auf, man übersetzte sie kurze Zeit darauf in's Französische und Deutsche, und so wurden sie auch im Auslande bekannt.

Der Verfasser war nicht lässig seine Untersuchungen weiter zu verfolgen, wobei er vorzüglich, durch die in jenen Abhandlungen aufgestellten Grundsätze geleitet wurde. Im Jahre 1803 fand er nach und nach die allgemeinen Gesetze auf, welche in Hinsicht des Wärmestoffs und der chemischen Verbindungen statt zu finden scheinen, deren Darlegung und Erläuterung der Zweck des gegenwärtigen Werkes ist. Ein kurzer Umriß davon wurde zuerst öffentlich im folgenden Winter im Verlauf der Vorlesungen über Naturwissenschaft, welche in der Königlichen Institution zu London gehalten wurden, gegeben. Es blieb den Journalen dieser Stiftung überlassen, sie zur öffentlichen Kunde zu bringen; er weiß jedoch nicht, ob dieses geschehen seyn mag.

Mehrere seiner, sich mit dem Studium der Naturwissenschaft beschäftigenden, Freunde, drangen seit dieser Zeit in den Verfasser, keine Zeit zu verlieren, und die Resultate seiner Untersuchungen dem Pu-

blikum mitzutheilen. Unter andern Gründen führten sie an, daß das Interesse der Wissenschaft und seine eigene Ehre bei längerem Aufschub leiden würden. Im Jahre 1807 wurde er veranlaßt eine Erörterung der in diesem Werke enthaltenen Grundsätze in einer Reihe von Vorlesungen, welche zweimal zu Edinburg und einmal zu Glasgow gehalten wurden, zu geben. Bei dieser Veranlassung sah er unter seinen Zuhörern Männer, welchen allgemein in Hinsicht ihrer wissenschaftlichen Ausbildung die erste Stelle zuerkannt wird. Die meisten derselben gaben den Wunsch zu erkennen, daß diese Lehre, sobald es sich irgend thun ließe, durch den Druck bekannt gemacht werden möchte.

Nach der Zurückkunft des Verfassers nach Manchester, war dieser ernstlich darauf bedacht, sein Werk zum Drucke vorzubereiten. Mehrere Versuche mußten wiederholt, und neue mußten angestellt werden. Fast das ganze System, sowohl der Form als Materie nach, war neu; es erforderte daher auch mehr Zeit zur Ausarbeitung und Anordnung der Theile.

Diese Rücksichten, so wie die täglichen Abhaltungen in Folge seines Berufes, verspäteten die Erscheinung des Werkes fast um ein ganzes Jahr; und aus dem Vergangenen zu schließen, möchte wohl noch ein Jahr verstreichen, ehe es ganz beendigt seyn wird. Da übrigens die Lehre vom Wärmestoffe und die allgemeinen Grundsätze der chemischen Synthesis, größtentheils von den in der Folge zu liefernden Erörterungen unabhängig sind, so kann weder ein großer Nachtheil für den Verfasser noch eine Unbequemlichkeit für den Leser daraus entstehen, wenn das Vorräthige der öffentlichen Beurtheilung unterworfen wird. Im Mai 1808.

Vorrede des Uebersetzers.

Es ist eine erfreuliche Erscheinung, wenn man unter der Menge von Schriften, welche — und zwar oft nicht einmal in veränderter Form — nur dasjenige wiedergeben, was in einer zahllosen Menge anderer enthalten ist, ein Werk antrifft, das durch Originalität und Neuheit der Gedanken sich vortheilhaft auszeichnet. Ein solches Werk wird, selbst wenn es dem Verfasser auch nicht durchgängig gelingen sollte, den Leser von der Richtigkeit seiner Ansichten zu überzeugen, doch dazu dienen, eigenes Nachdenken zu erwecken, und zur erneuerten Prüfung derjenigen Sätze, welche früher von ihm als wahr angenommen wurden, zu ermuntern. Auch ist es nicht sowohl der ruhige Besitz, als viel-

mehr das rastlose Streben und Suchen nach Warheit, welches für den Warheitsforscher das größte Interesse hat.

So wichtig die in gegenwärtigem Bande abgehandelten Gegenstände sind, so möchte doch wohl der zweite Band dieses Werkes, welcher die Entwickelung der Hypothese Dalton's über das Verhältniß, in welchem sich die chemischen Elemente mit einander verbinden um eine zusammengesetzte Substanz darzustellen, für die meisten Freunde der Naturwissenschaft ein noch größeres Interesse haben. Diesem Bande, welcher dem gegenwärtigen möglichst schnell folgen soll, behält der Uebersetzer einige Erörterungen vor, die dort am schicklichsten ihre Stelle finden werden.

Ueber eine Abänderung im Titel des Werkes, fühlt der Uebersetzer sich verpflichtet, einige Rechenschaft zu geben. Dalton nennt sein Werk: A new System of chemical Philosophy. Der Uebersetzer trug Bedenken es eine chemische Philosophie zu nennen, weil er sich von einer chemischen

Philosophie – die Wahrheit zu gestehen – keinen Begriff machen kann. Dieses Werk eine philosophische Chemie zu nennen, trug er gleichfalls Bedenken. Der Verfasser erklärt sein Werk für ein System. Schon dieses setzt voraus, daß er die in demselben aufgestellten Thatsachen, aus Principien zu erklären und begreiflich zu machen, so wie sie auf Principien zurückzuführen gesucht habe; oder mit andern Worten: daß seine Darstellung philosophisch seyn werde. Auch berechtigt die Bedeutung des Wortes Philosophy im Englischen zu der gewählten Uebertragung: System des chemischen Theiles der Naturwissenschaft.

Noch eine andere Betrachtung bewog den Uebersetzer dieser Schrift den angeführten Titel zu geben. Er besorgte, daß mancher, in diesem Werke Dalton's, wenn dasselbe sich unter dem Nahmen einer chemischen Philosophie oder Philosophie der Chemie ankündigte, einen Beitrag zur Naturphilosophie erwarten möchte; eine Erwartung, welche bei dem Lesen des Buches keine Befriedigung

erhalten würde. Denn wenn auch Dalton durchgängig bemühet ist, in dem Mannigfaltigen der Erfahrung, allgemeine Gesetze zu entdecken; so ist er doch weit davon entfernt, die Erscheinungen aus konstitutiven Grundsätzen abzuleiten, oder aus Principien a priori die Erscheinungen zu konstruiren.

Berlin, im April 1812.

Inhalt des ersten Theiles.

		Seite.
Kapitel I.	Von der Hitze oder dem Wärmestoffe.	3
Abschnitt. I.	Von der Temperatur und den Werkzeugen welche zur Messung derselben dienen.	5
Abschnitt II.	Von der Ausdehnung durch Wärmestoff.	29
Abschnitt III.	Von dem specifischen Wärmestoff der Körper.	56
Abschnitt IV.	Theorie des specifischen Wärmestoffs elastischer Flüßigkeiten. . . .	77
Abschnitt V.	Von der Menge Wärmestoff, welche sich während des Verbrennens entwickelt.	87
Abschnitt VI.	Von dem natürlichen Zero der Temperatur; oder der absoluten Beraubung des Wärmestoffs.	96
Abschnitt VII.	Von der Bewegung und Mittheilung des Wärmestoffs, welche aus der Ungleichheit der Temperatur entspringen.	114
Abschnitt VIII.	Von der Temperatur der Atmosphäre.	140
Abschnitt IX.	Von den Erscheinungen, welche das Gefrieren des Wassers darbietet. .	152

Kapitel II. Von der Zusammensetzung der Körper. 160

Abschnitt I. Von der Zusammensetzung der reinen elastischen Flüßigkeiten. . . . 164

Abschnitt II. Von der Zusammensetzung der gemischten elastischen Flüßigkeiten. . . 170

Abschnitt III. Von der Zusammensetzung der tropfbaren Flüßigkeiten und dem mechanischen Verhältnisse zwischen tropfbaren und elastischen Flüßigkeiten. . . . 216

Abschnitt IV. Von der Zusammensetzung der festen Körper. 232

Kapitel III. Von der chemischen Synthesis. . 236

Erklärung der Kupfertafeln. . . 242

Neues System der chemischen Philosophie.

Kapitel I.

Von der Hitze oder dem Wärmestoffe.

Die wahrscheinlichste Meinung über die Natur des Wärmestoffs, ist die: daß er eine elastische Flüßigkeit von großer Feinheit sey, deren Theilchen einander zurückstoßen, während sie von allen übrigen Körpern angezogen werden.

Haben alle umgebende Körper dieselbe Temperatur, so befindet sich der denselben anhängende Wärmestoff in einem ruhenden Zustande; die absolute Menge des Wärmestoffs ist in diesem Falle, in irgend zwei Körpern keinesweges gleich, man mag gleiche Gewichte, oder gleiche Volumina derselben wählen. Jede Art von Materie hat ihre eigenthümliche Verwandtschaft zum Wärmestoff, der gemäß, ein bestimmtes Quantum dieser Flüßigkeit erforderlich ist, um mit andern Körpern bei einer gewissen Temperatur im Gleichgewichte zu stehen. Wäre die ganze Menge des Wärmestoffs in Körpern von gleichem Gewichte oder Volumen, oder auch nur die relative Menge für jede Temperatur gehörig ausgemittelt worden; so würden die Zahlen, welche diese Mengen aus-

drücken, eine Tabelle des *specifischen* Wärmestoffs liefern, welche analog den Tabellen über das *specifische Gewicht* der Körper wäre, und es würde dadurch eine bedeutende Bereicherung der Wissenschaft entstehen. Versuche dieser Art, sind mit ziemlich glücklichem Erfolge gemacht worden.

Es ist nicht ganz unwichtig zu untersuchen: ob der specifische Wärmestoff, wenn seine Menge für eine bestimmte Temperatur gefunden werden könnte, das Verhältniß desselben für jede andere Temperatur (vorausgesetzt, daß der Aggregat-Zustand der Körper unabänderlich derselbe bliebe) ausdrücken würde. Die bisher in dieser Hinsicht angestellten Versuche, erlauben die Vermuthung, daß es wohl beinahe so seyn möchte. Das Richtigere möchte wohl dieses seyn, wenn man bei Bestimmung der specifischen Wärme der Körper, gleiche *Volumina*, nicht aber gleiche *Gewichte* derselben zum Grunde legte. Gewiß werden diese beiden Methoden nicht genau dasselbe Resultat geben, weil die Ausdehnung verschiedener Körper durch gleiche Zunahmen der Temperatur nicht dieselbe ist. Ehe jedoch dieser Gegenstand gehörig ausgemittelt werden kann, muß man sich erst über die bestimmte Bedeutung des Wortes Temperatur einigen.

Erster Abschnitt.

Von der Temperatur und den Werkzeugen, welche zum Messen derselben dienen.

Der Begriff von dem specifischen Wärmestoff und der Temperatur der Körper läßt sich füglich durch folgendes Schema verdeutlichen. Man denke sich mehrere zylindrische Gefäße von verschiedenen Durchmessern, welche am untern Theile durch Röhren mit einander verbunden sind. An dem System dieser Gefäße ist eine enge zylindrische Röhre angebracht. Diese Gefäße sind so eingerichtet, daß sie sämmtlich Wasser, oder irgend eine andere Flüßigkeit aufnehmen können; auch stehen sie senkrecht auf dem Horizont. (Man sehe: Tafel I. Fig. I.) Die Zylinder stellen den verschiedenen specifischen Wärmestoff der Körper vor; und die engere Röhre, welche in gleiche Theile eingetheilt, ist das Thermometer, oder das Maaß für die Temperaturen.

Gießt man Wasser in eines dieser Gefäße, so steigt es in allen übrigen und auch im Thermometer gleich hoch. Werden nach und nach gleiche Antheile zugegoßen, so wird die Flüßigkeit in der Röhre, so wie in den Gefäßen, um gleiche Höhen steigen. Es bedarf wohl kaum erinnert zu werden, daß das Wasser hier den Wärmestoff vorstellen soll. Legt man diese Vorstellungsart zum Grun-

de, so leidet es wohl keinen Zweifel, daß gleichen Zunahmen des Wärmestoffs in irgend einem Körper, gleiche Inkremente der Temperatur korrespondiren.

Diese Ansicht kann aber nur insofern statt finden, in wiefern eingeräumt wird, daß wenn man zwei Körper von irgend einer Temperatur nimmt, und sie zu einer andern erhebt, die nun hinzugekommenen Antheile Wärmestoff, welche jeder derselben aufnimmt, genau mit den ganzen Mengen dieser Flüßigkeit, welche vorher in diesen Körpern enthalten waren, im Verhältniß stehen werde. Dieser Schluß, ungeachtet er im Allgemeinen beinahe mit den Thatsachen übereinstimmt, ist doch sicherlich nicht, in aller Schärfe wahr. Denn es ist sattsam bekannt, daß bei elastischen Flüßigkeiten ein Zuwachs des Volumens einen Zuwachs des specifischen Wärmestoffs veranlaßt, ungeachtet das Gewicht und die Temperatur dieselben bleiben. Es ist demnach wahrscheinlich, daß mit der durch Wärme veranlaßten Zunahme des Volumens, sowohl bei festen als flüßigen Körpern, eine Zunahme der Kapacität, oder der Fähigkeit eine größere Menge Wärmestoff in sich zu nehmen, verbunden sey.

Dieser Umstand würde jedoch den oben gemachten Schluß nicht entkräften, wofern nur alle Körper in ein und demselben Verhältnisse durch den Wärmestoff ausgedehnt würden. Da dieses aber nicht der Fall ist, so erscheint der Einwurf gegen jenen Schluß von Bedeutung. Man nehme an, es werde zugestanden, daß das Thermometer das Hinzutreten von gleichen Inkrementen derjenigen Flüßigkeit, welche Wärmestoff genannt wird, zu demjenigen Körper, von welchem es die Temperatur

angeben soll, anzeige; — man nehme ferner an, der Körper, von welchem die Rede ist, sey ein Maaß Luft, oder einer andern elastischen Flüßigkeit; so entsteht die Frage: darf man der Luft erlauben, sich durch die Temperatur auszudehnen, oder muß sie auf denselben Raume eines Maaßes beschränkt bleiben? Mir scheint es in der Theorie am leichtesten zu seyn, um eine Normal-Kapacität für den Wärmestoff zu erhalten, daß man einen Körper einer erhöhten Temperatur aussetze, während sein Volumen unverändert dasselbe zu bleiben genöthigt wird. Es bezeichne m die Menge von Wärmestoff, welche erfordert wird, um in dem hier angegebenen Falle, die Temperatur der Flüßigkeit um 10° zu erhöhen; m+d drücke die Menge Wärmestoff aus, welche nöthig ist, um die Temperatur desselben Körpers, wenn eine Ausdehnung desselben gestattet wird, um 10° höher zu bringen, wo d den Unterschied der absoluten Menge Wärmestoff bezeichnet, welche in den beiden angegebenen Fällen im Körper enthalten ist. Unter dieser Voraussetzung würde $\frac{1}{10}$m die Menge des Wärmestoffs ausdrücken, welche erfordert wird, um im ersten Falle eine Erhöhung der Temperatur von 1° zu bewirken; $\frac{1}{10}$ (m+d) wird dann nicht diejenige Menge Wärmestoff ausdrücken können, welche nöthig ist, dieselbe Erscheinung in dem zweiten Falle hervorzubringen; bei den niedrigeren Graden wird eine kleinere, bei den höheren eine größere Menge erforderlich seyn.

Räumt man diese Grundsätze ein; so werden sie sich auf tropfbarflüßige und feste Körper anwenden lassen. Ein tropfbarflüßiger Körper, wie z. B. Wasser, wird nur dann

durch gleiche Inkremente der Wärme, gleichförmig in Ansehung die Temperatur wachsen, wenn dasselbe durch eine außerordentliche, vielleicht nicht zu berechnende Kraft verhindert wird, sein Volumen zu verändern. Erlaubt man demselben sich auf die seiner Natur gemäße Art auszudehnen, so werden nicht gleichförmige, sondern zunehmende Inkremente der Wärme erfordert werden, die Temperatur desselben gleichförmig zu erhöhen. Könnte man eine hinreichende Kraft anwenden, um tropfbarflüßige oder feste Körper zu verdichten, so leidet es wohl keinen Zweifel, daß dieselben, eben so wie die elastischen Flüßigkeiten, Wärme ausgeben würden.

Vielleicht möchten einige einwenden, daß der Unterschied des Wärmestoffs in verdichteter und verdünnter Luft, und der Analogie nach, wahrscheinlich auch in den tropfbarflüßigen und festen Körpern zu gering sey, als daß er einen Einfluß auf die Kapacität, oder die Verwandtschaft der Körper zum Wärmestoff haben könne; daß die Wirkungen so wären, daß in denen Fällen, in welchen die ganze Masse des Wärmestoffs zwei bis drei tausend Grade betrage, die Temperatur nur um wenige dieser Grade erhöhet oder erniedrigt werde, und daß, wenn ein Luftvolumen, welches der Voraussetzung nach 2005° Wärmestoff enthält, so weit verdünnt worden, daß es 5° verliert, mithin nur noch 2000° übrig behält, immer noch als ein solches betrachtet werden könne, dessen Kapacität unverändert sey.

Man würde dieses, wofern nur die Data zuläßig wären, einräumen können; allein die wahren Veränderungen der Temperatur, welche Folgen der Verdichtung

und Verdünnung der Luft sind, wurden nie bestimmt. Ich habe gezeigt (Manchester Mem. Vol. V. Part. 2.), daß wenn man Luft in den luftleeren Raum treten läßt, und wenn man verdichtete Luft in Freiheit setzt, das eingeschlossene Thermometer eben so afficirt werde, als wenn es sich in einem Raume befände, dessen Temperatur um 50° höher oder niedriger wäre. Die Wirkungen aber, welche statt finden, wenn die Dichte der Luft augenblicklich verdoppelt, oder ein luftleerer Raum angefüllt würde, lassen sich weder von diesen noch von andern mir bekannten Thatsachen auf eine leichte Art ableiten; sie sind vielleicht nie im Stande, die Temperatur um hundert oder mehrere Grade zu erheben. Die große Hitze welche bemerkt wird, wenn Luft in die Kugel einer Windbüchse eingepumpt wird, ist ein Beweis von der großen Veränderung in der Kapacität der eingeschloßenen Luft.

Man kann demnach überhaupt schließen, daß die durch Veränderung der Temperatur hervorgebrachte Veränderung des Volumens eines Körpers, beträchtlichen Einfluß auf die Kapacität desselben für den Wärmestoff habe; daß es uns aber bis jetzt noch an Datis fehlt, um die Wirkung davon auf elastische, geschweige denn auf tropfbarflüßige und feste Körper zu bestimmen. De Lüc fand, daß wenn er gleiche Gewichte Wasser, von denen das eine die Temperatur des Frostpunktes, das andere die des Siedpunktes (32° und 212°) hatte, vermischte, die Temperatur der Mischung beinahe 119° nach Fahrenheit's Quecksilber-Thermometer betrug; das arithmetische Mittel jener Temperaturen ist aber 122°. Hätte er gleiche Volumina Wasser von 32° und 212°

vermischt, so würde er eine mittlere Temperatur von 115° gefunden haben.

In diesen beiden Fällen möchte jedoch das durch Versuche gefundene Mittel aller Wahrscheinlichkeit nach zu groß seyn; denn wenn Wasser von den zwei angegebenen Temperaturen vermischt wird, so verliert es ungefähr $\frac{1}{90}$ seines Volumens; diese Verminderung des Volumens (sie sey nun entweder Folge einer vermehrten Verwandtschaft der Aggregation, oder Wirkung eines äußern, mechanischen Zusammendrückens) muß einen Theil Wärme austreiben, und die Temperatur über das wahre Mittel erhöhen. Es ist nicht unwahrscheinlich, daß die wahre mittlere Temperatur zwischen 32° und 212° nicht höher als 110° seyn möchte.

Es ist allgemein zugestanden worden, daß wenn zwei Antheile einer Flüßigkeit, von gleichem Gewichte aber verschiedenen Temperaturen mit einander vermischt werden, die Mischung die wahre mittlere Temperatur zeigen müsse; und daß ein Werkzeug, welches hiemit correspondiret, ein genaues Maaß der Temperatur sey. Sind jedoch die oben gemachten Bemerkungen richtig, so möchte es sehr zweifelhaft seyn, ob irgend zwei Flüßigkeiten, die auf die oben angegebene Art mit einander vermischt werden, dieselbe mittlere Temperatur geben werden.

Bei den jetzt unvollkommnen Mitteln, die Temperatur zu schätzen, ist die gleichförmige Ausdehnung des Quecksilbers als ein Maaßstab zur Messung derselben angenommen worden. Dieß kann aus zwei Gründen nicht genau seyn: 1) die Temperatur einer Mischung aus Wasser von verschiedenen Temperaturen, wird durch das

Quecksilber-Thermometer stets niedriger gefunden, als das arithmetische Mittel; z. B. Wasser von 32° und 212° geben, wenn man sie vermischt, nach der Anzeige des Thermometers 119°; während den oben gemachten Bemerkungen zufolge, sie höher als dieses Mittel, oder 122° seyn müßte; 2) das Quecksilber scheint, den neuesten Versuchen zufolge, sich nach denselben Gesetzen als das Wasser auszudehnen, nemlich wie die Quadrate der Temperaturen, von dem Punkte der größten Dichte an. — Die scheinbare gleichförmige Ausdehnung des Quecksilbers rührt davon her, daß wir einen nur kleinen Theil von der Skale der Ausdehnung und dieß in einiger Entfernung von dem Frostpunkte der Flüßigkeit nehmen.

Aus dem bisher Gesagten ersieht man, daß es bis jetzt noch kein leicht ausführbares Verfahren giebt, um bestimmt auszumitteln, welches die wahre mittlere Temperatur, zwischen zwei gegebenen Temperaturen, wie z. B. dem Frost- und Siedepunkte des Wassers sey; auch fehlt es noch an einem Thermometer, welches als die möglichst größte Annäherung zur Genauigkeit betrachtet werden könnte.

Der Wärmestoff ist ein so wichtiges Agens in der Natur, daß es wohl keinen Zweifel leidet, daß ein so höchst aktives Princip allgemeinen Gesetzen unterworfen seyn werde. Sollten die beobachteten Erscheinungen dieses nicht zu bestätigen scheinen, so rührt dieses davon her, daß wir sie nicht mit einem genugsam umfassenden Blicke betrachten. Die Naturforscher waren, wiewohl umsonst, bemüht, einen Körper aufzufinden, der sich gleichförmig,

oder in arithmetischer Progression bei gleichen Inkrementen von Wärme, ausdehne. Man machte den Versuch mit Flüßigkeiten, fand aber, daß sie sich ungleichförmig ausdehnten. Alle dehnten sich stärker in den höheren, als in den niederen Temperaturen aus; man fand aber nicht zwei, welche in dieser Hinsicht vollkommen gleichförmig waren. Unter allen schien das Quecksilber die geringste Abweichungen dazubieten, oder sich am meisten einer gleichförmigen Ausdehnung zu nähern. Aus diesem, so wie aus andern Gründen, hat man demselben allgemein bei der Konstruktion der Thermometer den Vorzug gegeben. Das Wasser wurde verworfen, weil es unter allen bekannten Flüßigkeiten sich am ungleichförmigsten ausdehnt. Seit Bekanntwerdung meiner Versuche über die Ausdehnung elastischer Flüßigkeiten durch Wärme, so wie der von Gay Lüssac, die unmittelbar auf die meinigen folgten, und welche beide zu dem Resultate führen: daß bei allen permanent elastischen Flüssigkeiten in dieser Hinsicht, eine völlige Indentität statt finde, ist von mehreren behauptet worden, daß die Gasarten sich gleichförmig ausdehnen; es fehlt jedoch immer noch dieser Behauptung eine Bestätigung aus andern Quellen.

Vor einiger Zeit wurde es mir wahrscheinlich, daß Wasser und Quecksilber, ungeachtet ihrer scheinbaren Verschiedenheit, sich wirklich nach demselben Gesetze ausdehnen, und daß die Größe der Ausdehnung, sich wie das Quadrat der Temperaturen, von ihrem respektiven Frostpunkte an gerechnet, verhalte. Das Wasser kommt sehr nahe mit diesem Gesetze, der gegenwärtigen Skale

der Temperaturen gemäß, überein; und die geringe Abweichung, welche bemerkt wird, ist genau so, wie sie dem bekannten Irrthume zufolge, welcher aus der gleichförmigen Eintheilung der Quecksilberskalen entspringt, seyn muß. Indem ich diese Untersuchung weiter verfolgte, fand ich, daß die Wasser- und Quecksilber-Skalen, dem eben angegebenen Princip zufolge eingetheilt, so weit hiebei eine Vergleichung möglich ist, völlig mit einander übereinstimmen würden; und daß dieses Gesetz, sich wahrscheinlich auf alle reine Flüßigkeiten erstrecken werde, nicht aber auf die heterogenen Zusammensetzungen, wie z. B. auf Flüßigkeiten, welche Salze aufgelöst haben.

Ist das Gesetz der Ausdehnung der Flüßigkeiten dem hier angegebenen gemäß, so läßt sich natürlicher Weise erwarten, daß sich in anderen Erscheinungen des Wärmestoffs dasselbe Gesetz aussprechen werde. Aus meinem Versuche über die Gewalt der Wasserdämpfe (Manchest. Mem. Vol. V. Part. II.) ersieht man, daß die Intensität der Elasticitat, oder die Spannung des Wasserdampfes, welcher mit Wasser in Berührung ist, fast in geometrischer Progression zunehme, wenn gleiche Inkremente der Temperatur, wohlverstanden nach Angabe der gewöhnlichen Quecksilber-Skale, statt finden. Damals war ich nicht wenig verwundert, eine solche Annäherung zu einer regelmäßigen Progression zu bemerken, und ich war dann geneigt zu denken, daß der Mangel an vollkommner Uebereinstimmung von einem Fehler gegen die Genauigkeit in der Eintheilung des gebräuchlichen Thermometers herrühre; allein voll Ehrfurcht für Crawford's Ansehn, welcher völlig dargethan zu

haben schien, daß der Irrthum des Thermometers in keinem Falle mehr als ein oder zwei Grad betrage, wagte ich nicht mehr, als am Schluß der Abhandlung: „über die Ausdehnung elastischer Flüßigkeiten durch Wärme" einen leichten Verdacht zu äußern, daß der Irrthum 3° bis 4° betrage, wie es auch de Lüc angegeben hat. Einzuräumen, daß der Irrthum in dem vermeinten Mittel 12° betragen könne schien mir ganz unverantwortlich. Jetzt ist es jedoch dargethan, daß die Gewalt des Wasserdunstes, welcher mit dem Wasser in Berührung ist, genau, bei gleichen Inkrementen der Temperatur, in geometrischer Progression wachse, vorausgesetzt, daß diese Inkremente durch ein Quecksilber- oder Wasser-Thermometer, deren Skalen dem oben angegebenen Gesetze zufolge eingetheilt worden, gemessen werden.

Da dem angeführten Gesetze zufolge die Gewalt des Wasserdunstes veränderlich ist, so war es natürlich, zu erwarten; daß derselbe Fall bei der Luft eintreten werde: denn die Luft (hierunter jede permanent elastische Flüssigkeit verstanden) und der Wasserdunst sind, dem Wesen nach, dasselbe, und unterscheiden sich nur in einigen Modifikationen. So fand sich denn auch, bei angestellten Versuchen, daß bei gleichen Inkrementen der Temperatur, die auf die oben angegebene Art gemessen wurden, die Luft sich in geometrischer Progression ausdehnte. Vom Wasser getrennter Wasserdunst, wodurch derselbe unfähig wird eine Abnahme oder Zunahme der Menge zu erleiden; besitzt nach Gay Lüssac dieselbe Größe der Ausdehnung wie die permanent elastischen Flüßigkeiten. Ich hatte früher die Vermuthung gehegt, daß die Luft sich

wie die Würfel der Temperaturen, von der absoluten Null an gerechnet, ausdehne, ich bin aber jetzt genöthigt diese Hypothese fahren zu lassen.

Die Vereinigung so mancher Analogien zu Gunsten der vorhergehenden Hypothese über die Temperatur, ist fast hinreichend, sie als allgemeines Gesetz aufzustellen. Ein Umstand jedoch, welcher bei dem Erhitzen und Abkühlen der Körper wahrgenommen wird, und welcher nicht mit der angenommenen Skale stimmt, aber doch besondere Aufmerksamkeit fordert, ist der: daß Wärme, welche ein Körper bei'm Abkühlen verliert, im Verhältniß seines Ueberschusses von Temperatur über die des abkühlenden Mediums stehe; oder daß die Temperaturen in gleichen Zeitmomenten in geometrischer Progression abnehmen. Wäre z. B. ein Körper 1000° über das Medium, in welchem er sich befindet, erhitzt; so würde die Zeit, welche verstreicht, wenn er von 1000° auf 100°; von 100° auf 10° und von 10° auf 1° erkaltet, dieselbe seyn. Ungeachtet dieses sich beinahe so verhält, so verhält es sich doch nicht, wie bekannt, genau so, wenn man sich der gewöhnlichen Skale bedient; es verstreicht eine etwas längere Zeit bei dem Abkühlen derjenigen Temperaturen, welche die niedrigen Grade der Skale andeuten; eine längere Zeit, bei den höheren. Die neue Skale hingegen, welche die niedrigeren Grade verkürzt, die höhern verlängert, giebt ein mit diesem merkwürdigen Gesetz für die Wärme, vollkommen übereinstimmendes Resultat.

Die Temperatur hat demnach vier äußerst merkwürdige Analogien, um die aufgestellte Behauptung zu unterstützen:

1) Alle reine homogene Flüßigkeiten, wie z. B. Wasser und Queckſilber, dehnen ſich von dem Punkte des Gefrierens, oder ihrer größten Dichte, um eine Größe aus, welche ſich wie das Quadrat der Temperaturen, von dieſem Punkte an gerechnet, verhält.

2) Die Gewalt des Dunſtes aus reinen Flüßigkeiten, wie z. B. Waſſer, Aether u. ſ. w. bildet eine geometriſche Progreſſion, wenn die Inkremente der Temperatur in arithmetiſcher Progreſſion ſtehen.

3) Die Ausdehnung permanent elaſtiſcher Flüßigkeiten iſt für gleiche Inkremente der Temperatur in geometriſcher Progreſſion.

4) Das Erkalten der Körper iſt in gleichen Zeit-Inkrementen in geometriſcher Progreſſion.

Ein Queckſilber-Thermometer, welches dieſem Grundſatze gemäß eingetheilt iſt, wird ſich von dem gewöhnlichen, deſſen Grade alle gleich weit von einander abſtehen, dadurch unterſcheiden, daß die niedrigeren Grade kleiner, die höheren größer ſind. Das Mittel zwiſchen dem Froſt- und Siedepunkte des Waſſers, oder der 122ſte Grad in der neuen Skale wird ungefähr mit dem 110ten Grade der alten correſpondiren. Nachſtehende Tabelle enthält die Berechnungen in Zahlen, welche die oben aufgeſtellten Grundſätze erläutern.

Neue Tabelle der Temperatur.

	Quecksilber.				Wasser.	Luft.	Dunst.		
Die wahren, gleichen Intervalle der Temperatur	Wurzeln, oder Intervalle der Temperatur. Gemeinschaftliche Differenz = 0,4105	Quadrate, oder Maaße der Temperatur für die Quecksilber Skale vom Frostpunkte des Quecksilbers an	Dasselbe wie die vorhergehende Spalte. — 40° oder Fahrenheits Skale	Die gewöhnliche Fahrenheitsche Skale; oder die vorhergehende Spalte mit den nöthigen Correktionen für die Ausdehnung des Glases	Die Ausdehnung des Wassers wie die Quadrate der Temperaturen.	Ausdehnung der Luft in geometr. Progression. Der Exponent 1,0179 Zoll Maaß	Gewalt des Wasserdunstes. Geom. Progression. Exponent 1,321. Zoll Maaß	Gewalt des Aetherdunstes. Geom. Progression. Exponent 1,278 Zoll Maaß	Gewalt des Alkoholdunstes. Unregelmäßig, Specifisch Gew. 0,87 Zoll Maaß
——									
—175°	0 ——	0 —	—40°—	——	——	692 —			
— 68°	4,3803	18,88	—21,12			837,6	0,012	0,78	
— 58	4,7908	22,94	—17,06			852,5	0,016	0,96	
— 48	5,2013	27,04	—12,96			867,7	0,022	1,18	
— 38	5,6118	31,58	— 8,52			883,3	0,028	1,45	
— 28	6,0223	36,24	— 3,76			899 —	0,088	1,37	
— 18	6,4328	41,34	1,34		16	915,2	0,050	2,17	0,47
— 8	6,8433	46,78	6,78		9	931,5	0,066	2,68	0,52
2	7,2538	52,63	12,63		4	948,2	0,087	3,30	0,58

Neue Tabelle der Temperatur.

	Quecksilber.				Wasser.	Luft.	Dunst.		
Die wahren, gleichen Intervalle der Temperatur	Wurzeln oder Intervalle der Temperatur. Gemeinschaftliche Differenz = 0,4105	Quadrate oder Maaße der Temperatur für die Quecksilber-Skale vom Frostpunkte des Quecksilbers an	Dasselbe, wie die vorhergehende Spalte, — 40° nach Fahrenheits Skale	Die gewöhnliche Fahrenheitsche Skale; oder die vorhergehende Spalte, mit den nöthigen Correktionen für die Ausdehnung des Glases	Die Ausdehnung des Wassers wie die Quadrate der Temperaturen	Ausdehnung der Luft in geometrischer Progression. Der Exponent 1,0179	Gewalt des Wasserdunstes. Geometrische Progression. Exponent 1,321. Zoll Maaße	Gewalt des Aetherdunstes, Geometrische Progression. Exponent 1,2278 Zoll Maaß	Gewalt des Alkoholdunstes. Unregelmäßig. Specif. Gew. 0,87 Zoll Maaß
12	7,6643	58,74	18,74			965,2	0,115	4,05	0,64
22	8,0748	65,21	25,21			982,4	0,151	4,07	0,72
32	8,4853	72,—	32,—	32°	1	1000	0,200	6, 1	0,80
42	8,8958	79, 1	39, 1	39,3	0	1017,9	0,264	7,57	0,93
52	9,3063	86, 6	46, 6	47,—	1	1036,1	0,348	9,16	1,08
62	9,7108	94,44	54,44	55,—	4	1054,7	0,461	11,22	1,3
72	10,1273	102,55	62,55	63,3	9	1073,5	0,609	13,77	1,6
82	10,5378	111,04	71,04	72,—	16	1092,7	0,804	16,85	2,1
92	10,9483	119,84	79,84	81,	25	1112,3	1,062	20,65	2,8

Neue Tabelle der Temperatur.

	Quecksilber.				Wasser.	Luft.	Dunst.		
Die wahren, gleichen Intervalle der Temperatur	Wurzeln oder Intervalle der Temperatur. Gemeinschaftliche Differenz =0,4105	Quadrate oder Maaße der Temperatur für die Quecksilber-Skale vom Frostpunkte des Quecksilbers an	Dasselbe wie die vorhergehende Spalte; — 40° oder Fahrenheits Skale	Die gewöhnliche Fahrenheitsche Skale; oder die vorhergehende Spalte mit den nöthigen Correktionen für die Ausdehnung des Glases	Die Ausdehnung des Wassers wie die Quadrate der Temperaturen	Ausdehnung der Luft in geometrischer Progression. Der Exponent 1,0179	Gewalt des Wasserdunstes. Geometrische Progression. Exponent 1,321. Zoll Maaße	Gewalt des Aetherdunstes. Geometrische Progression. Exponent 1,2278 Zoll Maaß	Gewalt des Alkoholdunstes. Unregelmäßig Specif. Gew. 0,87 Zoll Maaß
102	11,3588	129,02	89,02	90,4	36	1132,2	1,40	25,30	3,6
112	11,7693	138,49	98,49	100,1	49	1152,4	1,85	31,—	4,7
122	12,1798	148, 3	108, 3	110,—	64	1173,1	2,45	37,98	6,3
132	12,5903	158, 5	118, 5	120,1	81	1194 —	3,24	46,54	8,2
142	13,0008	169,—	129,—	130,4	100	1215,4	4,27	57,03	10,2
152	13,4113	179, 9	139, 9	141,1	121	1237,1	5,65	69,88	13,9
162	13,8218	191 —	151 —	152 —	144	1259,2	7,47	85,62	17,9
172	14,2323	202, 4	162, 4	163,2	169	1281,8	9,87	104,91	22,4
182	14,6428	214, 4	174, 4	175 —	196	1304,7	13,02	128, 5	29,3

Neue Tabelle der Temperatur.

	Quecksilber.				Wasser.	Luft.	Dunst.		
Die wahren, gleichen Intervalle der Temperatur.	Wurzeln oder Intervalle der Temperatur. Gemeinschaftliche Differenz = 0,4105	Quadrate oder Maaße der Temperatur für die Quecksilber-Skale vom Frostpunkte des Quecksilbers an	Dasselbe wie die vorhergehende Spalte — 40° oder Fahrenheits Skale	Die gewöhnliche Fahrenheitsche Skale; oder die vorhergehende Spalte mit den nöthigen Correktionen für die Ausdehnung des Glases	Die Ausdehnung des Wassers wie die Quadrate der Temperaturen	Ausdehnung der Luft in geometrischer Progression. Der Exponent 1,0179	Gewalt des Wasserdunstes. Geometrische Progression. Exponent 1,321. Zoll Maaße	Gewalt des Aetherdunstes. Geometrische Progression. Exponent 1,2278 Zoll Maaß	Gewalt des Alkoholdunstes. Unregelmäßig. Specif. Gew. 0,87. Zoll Maaß
192	15,0533	226,5	186,5	186,9	225	1328.	17,19	157,5	
202	15,4638	239	199—	199,2	256	1351,8	22,70	193.—	
212	15,8743	252	212	212 —	289	1376 —	30,00	236,5	
312	19,9793	399,1	359,1			1643	485.—		
412	24,0843	579,8	539,8			1962			
512	28,1893	794,7	754,7			2342			
612	32,2943	1043—	1000			2797			
712	336,399	1325	1285			3339			

Erklärung der Tabelle.

Die erste Spalte enthält die Grade der Temperatur. Es wird, nach Fahrenheit, angenommen, daß sich 180 derselben zwischen dem Frost- und Siedepunkte des Wassers befinden. Das Zusammentreffen so mancher Analogien, welche im Vorhergehenden angeführt wurden, so wie die Erfahrung, zeigen: daß diese Grade durch gleiche Inkremente die Materie der Wärme, oder des Wärmestoffs, hervorgebracht werden. Dieß ist aber unter der Voraussetzung, daß sie einem Körper von gleichförmigem Volumen und Kapacität (wie z. B. Luft, welche in einen bestimmten Raum eingeschlossen ist) zugeführt werden. Wird z. B. Wasser, in seinem gewöhnlichen Zustande, nach und nach durch gleiche Intervalle der Temperatur, nach Angabe der neuen Skale, hindurchgeführt, so werden hiezu, weil seine Kapacität vermehrt wird, ungleiche Inkremente des Wärmestoffs erforderlich seyn.

Die erste Zahl in der Spalte, —175°, zeigt den Punkt an, bei welchem Quecksilber gefriert; sie wurde bisher mit —40° bezeichnet. Die Rechnung ist von —68° bis 212° für jede 10° angestellt worden; über 212 Grad hinaus für jede 100°. Vergleicht man diese Spalte mit der fünften, so sieht man, welche Grade der alten Skale, denen der neuen correspondiren, und umgekehrt. Der größte Unterschied zwischen 32° und 212° ist bei 122° der neuen Skale bemerkbar, welchen 110° der alten Skale entsprechen, folglich beträgt die Differenz 10°; allein unter 32° und über 212° werden die Differenzen merkwürdiger.

Die zweite und dritte Spalte sind zwei Zahlenreihen, die eine der Wurzeln, die andere ihrer Quadrate. Sie wurden folgender Maaßen gefunden: der 32° in der ersten Spalte correspondiren 72°, in der dritten. Diese 72° sind die Anzahl von Graden, oder gleichen Theilen, in Fahrenheits Skale vom Frostpunkte des Quecksilbers bis zu dem Frostpunkte des Wassers. Den 212° in der ersten Spalte, stehen in der dritten 252° gegen über, indem 212° + 40° die Zahl von Graden, (oder richtiger von gleichen Theilen) zwischen dem Frostpunkte des Quecksilbers und Siedepunkte des Wassers ist. Die Quadratwurzeln aus den beiden Zahlen 72 und 252 sind berechnet und befinden sich in der zweiten Spalte an den gehörigen Stellen. Die Zahl 8,4853 stellt die relative Quantität der wirklichen Temperatur zwischen dem Frostpunkte des Quecksilbers und dem des Wassers; und die Zahl 15,8743 dieselbe, zwischen dem Frostpunkte des Quecksilbers und dem Siedepunkte des Wassers vor; folglich drückt die Differenz 7,3890 die relative Menge zwischen dem frierenden und siedenden Wasser, und 7,4890 : 18 = 0,4105 die correspondirende Quantität für jeden Zwischenraum von 10° aus. Setzt man nach und nach 0,4105 zu 8,4853 hinzu, oder zieht man es von dieser Zahl ab, so erhält man die übrigen in der Spalte befindlichen Zahlen, welche dem zu Folge eine arithmetische Progression bilden.

Die Zahlen der dritten Spalte, wurden alle durch Quadrirung der ihnen in der zweiten correspondirenden Zahlen gefunden. Die ungleichen Differenzen in der dritten Spalte, drücken die Ausdehnung des Quecksilbers

aus, welche, der Theorie nach, gleichen Inkrementen der Temperatur correspondiren. Die unbequeme Länge welche die Tafel enthalten müßte, verhindert, daß sie von 10° zu 10° bis zu dem Frostpunkte des Quecksilbers fortgeführt wurde, welcher jedoch bei —175° gefunden wird.

Die vierte Spalte unterscheidet sich von der dritten nur dadurch, daß um sie mit der gewöhnlichen Art nach der Fahrenheitschen Skale zu zählen, in Uebereinstimmung zu bringen, der Unterschied von 40° angebracht ist.

Die fünfte Spalte ist die, wegen der ungleichförmigen Ausdehnung des Glases, verbesserte vierte. Die scheinbare Ausdehnung des Quecksilbers im Glase, ist um die Ausdehnung des Glases selbst, kleiner als die wirkliche; dieses würde jedoch das Gesetz der Ausdehnung der Flüßigkeiten nicht stöhren, indem so wohl die wahren als scheinbaren Ausdehnungen demselben Gesetze unterworfen wären, wofern nur das Glas sich gleichförmig ausdehnt; dieß wird in der Folge gezeigt werden. De Lüc hat aber dargethan; daß das Glas sich in der niedrigeren Hälfte der Skale weniger ausdehne, als in der höhern; dieß veranlaßt, daß das Quecksilber sich scheinbar in der niedrigeren Hälfte weniger ausdehnt, als dem Gesetze der Ausdehnung zufolge statt finden müßte. Wenn ich nach den Datis von De Lüc rechne, so finde ich, daß das Quecksilber in der Mitte der Skale, oder bei 122°, fast 3° höher stehen müßte, als es ohne diese Zunahme der Fall seyn würde. Um jedoch diese Wirkung nicht zu überschätzen, habe ich sie nur gleich 1,7° angenommen, und habe für 108,3° in der

vierten Spalte, 110° in der fünften gesetzt; auch ist der übrige Theil der Kolumne diesem gemäß verbessert worden. Da es an Versuchen über die Ausdehnung des Glases fehlt, so lassen sich die Zahlen in dieser Spalte nicht füglich über den Zwischenraum zwischen dem Siedpunkte und Frostpunkte des Wassers ausdehnen. Vergleicht man die Angaben dieser Skale mit denen der ersten, so läßt sich die Größe, des in der gewöhnlichen Skale vorausgesetzten Fehlers verbessern, und jede Angaben des alten Thermometers, auf die des neuen zurückführen.

Die sechste Spalte enthält die Quadrate der natürlichen Zahlenreihe 1, 2, 3, 4 u. s. w. welche die Ausdehnung des Wassers durch gleiche Intervalle der Temperatur vorstellen. Wenn z. B. ein Quantum Wasser, dessen Temperatur 42° ist, sich, wenn man dasselbe bis zum Siedpunkte erhitzt, um ein Quantum, welches durch 289 ausgedrückt wird, ausdehnt; so wird dasselbe bei 52° sich um 1, bei 62° um 4 Theile u. s. w. ausgedehnt haben. Das Wasser dehnt sich, (wie gezeigt werden soll, wenn die absolute Ausdehnung der Körper in Erwägung wird gezogen werden) durch Kälte, oder die Entziehung des Wärmestoffs auf dieselbe Art aus, nachdem es das Maximum seiner Dichte erreicht hat. Die scheinbare größte Dichte fällt nicht mit 39,3° der alten Skale, sondern ungefähr mit 42° zusammen, und die größte wirkliche Dichte ist bei 36° oder nahe dabei.

In der siebenten Spalte findet man eine Zahlenreihe, die eine geometrische Progression bildet, welche die Ausdehnung der Luft, oder der elastischen Flüßigkeiten anzeigt. Das Volumen ist nach Gay Lüssacs und

meinen eigenen Versuchen, bei 32° zu 1000 und bei 212° zu 1376 angenommen. Was die Ausdehnung in den Zwischengraden betrifft, so setzt General Roi die Temperatur, bei welcher sich die elastischen Flüßigkeiten um die Hälfte der ganzen Ausdehnung ausdehnen, gleich 116,5° der alten Skale.

Den Resultaten meiner früheren Versuche zufolge (Manch. Mem. Vol. V. Part. II. pag. 599) läßt sich jene Temperatur gleich 119,5° setzen; ich hatte jedoch nicht Gelegenheit, mir Luft, deren Temperatur 32° war, zu verschaffen. Neuere Versuche haben mich überzeugt, daß trockene Luft von der Temperatur von 32° bis zu der Temperatur von 117° oder 118° der gewöhnlichen Skale, sich um eben so viel ausdehnen werde, als von der letzten Gränze bis zu 212°. Der Theorie in der oben angeführten Tabelle zufolge, muß Luft bei einer Temperatur von 117 einen Raum von 1188 Theilen einnehmen, oder die Hälfte ihrer ganzen Ausdehnung erreicht haben. Stimmt nun die Theorie mit der Erfahrung so gut in der Mitte des Zwischenraumes, so läßt sich erwarten, daß dieses auch in den dazwischen liegenden Punkten der Fall seyn werde.

Die achte Spalte drückt die Kraft des Wasserdunstes bei seiner Berührung mit Wasser in Zollen Quecksilber, für die respektiven Temperaturen aus. Es ist eine geometrische Reihe. Die Zahlen 0,200 und 30,0 welche den Temperaturen 32° und 212° correspondiren, sind durch Versuche gefunden worden (a. a. O. S. 559), die übrigen wurden aus Gründen der Theorie bestimmt. Es verdient bemerkt zu werden, daß diese Zahlen, sich an

keinem Orte, mehr als etwa um 2° von denen der angeführten Tabelle, in welcher sie durch Versuche gefunden wurden, unterscheiden; ein Unterschied der auch bei zwei Thermometern derselben Gattung statt finden kann.

Die neunte Spalte enthält die Kraft des Aetherdunstes, welcher mit tropfbarflüßigem Aether in Berührung ist; dieß ist eine geometrische Progression, in welcher das Verhältniß der Glieder kleiner als bei'm Wasser ist.

Seit Abfassung meiner früheren Abhandlung über die Elasticität des Wasserdunstes, haben sich meine Kenntnisse berichtigt, so daß ich im Stande bin, einen in derselben befindlichen Schluß zu verbessern. Der Irrthum entstand daher, weil ich kein Mißtrauen in das gewöhnliche Queckſilber-Thermometer setzte. Versuche überzeugten mich, daß die Gewalt des Wasserdunstes aus Wasser, dessen Temperatur nahe 212° war, durch eine Aenderung der Temperatur fast eben so afficirt wurde, wie Dunst von Aether von beinahe 100°. Ich leitete hieraus folgendes allgemeine Gesetz ab: „die Veränderung der Kraft des Dunstes aus allen Flüßigkeiten ist bei derselben Veränderung der Temperatur dieselbe, wenn man die Schätzung von einem Dunste von einem bestimmten Grade der Elasticität anfängt." — Jetzt habe ich gefunden, daß eine Temperatur-Erhöhung von 30° in den niedrigeren Theilen der gemeinen Skale, weit mehr ist, als 30° in den höheren; und die Dünste des Aethers und Wassers sind demnach durch gleiche Temperatur nicht denselben Aenderungen der Elasticität unterworfen. Das Wahre hievon ist: die Elastricität des Dunstes aus Was-

ser, Aether und andern Flüßigkeiten, nimmt bei Zunahme der Temperatur in geometrischer Progression zu; aber das Verhältniß ist bei verschiedenen Flüßigkeiten verschieden. Der Aether, so wie er im Großen bereitet wird, scheint eine sehr homogene Flüßigkeit zu seyn. Ich habe ihn, in London, Edienburgh, Glasgow und Manchester zu sehr verschiedenen Zeiten gekauft, und in Ansehung des Verhaltens des Dunstes genau von derselben Beschaffenheit gefunden; nehmlich, wenn ich ihn in eine Barometerröhre brachte, so drückte sein Dunst bei einer Temperatur von 68° das Quecksilber um 15 Zoll herab. Auch verliert er seine Wirksamkeit nicht mit der Zeit. Ich besitze ein Barometer, mit wenigen Tropfen Aether über dem Quecksilber, welches seit acht bis neun Jahren unverändert dieselben Erscheinungen zeigt.

Die Zahlen in der Kolumne zwischen den Temperaturen von 20° und 80°, sind die Resultate der seit mehreren Jahren wiederholten Beobachtungen an dem eben angeführten Barometer mit Aether; diejenigen Angaben, welche sich über und unter jenen Temperaturen befinden, sind von 0 bis 212° das Resultat direkter Versuche; die niedrigeren wurden auf die Art gefunden, daß der leere Raum im Barometer mit einer künstlichen Kälte erregenden Mischung umgeben wurde. Die höheren Grade wurden auf die aus meinen früheren Abhandlungen bekannte Art bestimmt; nur war der höchste Grad der Elasticität, gegen meine älteren Versuche, bedeutend verstärkt worden; indem ich das Manometer mit einer grösseren Menge Aether versah. Ich hatte nehmlich gefunden, daß bei einer Temperatur von 212° gar nichts,

oder doch nur wenig davon in einem tropfbarflüßigen Zustande verblieb. Will man aber das Maximum der Wirkung erhalten, so muß nothwendig ein Antheil der tropfbaren Flüßigkeit mit dem Dunst in Berührung bleiben.

Die zehnte Spalte zeigt die Elasticität des aus dem Alkohol, oder vielmehr des aus dem gewöhnlichen Weingeiste erhaltenen Dunstes an, die eben so, wie bei'm Wasserdunste durch Versuche gefunden wurde. Dieß ist keine geometrische Progression, wahrscheinlich weil die Flüßigkeit nicht rein und homogen ist. Ich vermuthe, daß in diesem Falle, der Dunst eine Mischung aus Dünsten des Wassers und Weingeistes sey.

Zweiter Abschnitt.

Ausdehnung durch Wärme.

Eine wichtige Wirkung des Wärmestoffs ist die Ausdehnung der Körper jeder Art. Feste Körper werden am wenigsten; tropfbarflüßige werden stärker; am stärsten aber werden elastische Flüßigkeiten ausgedehnt. Für mehrere Fälle ist die Zunahme des Volumens bestimmt worden; allein da es zum Theil an einem zweckmäßigen Thermometer gefehlt hat, so haben diese mit einzelnen Gegenständen angestellten Versuche wenig dazu beigetragen, eine allgemeine Belehrung zu verschaffen. Die erforderliche Kraft um der Ausdehnung entgegen zu wirken, ist mit Ausnahme bei elastischen Flüßigkeiten, nicht ausgemittelt worden; es leidet jedoch wohl keinen Zweifel, daß dieselbe sehr groß seyn müße. Die Größe, so wie das Gesetz der Ausdehnung für alle permanent elastische Flüßigkeiten wurde bereits gegeben; es bleibt demnach nur übrig, es für die tropfbarflüßigen und festen Körper zu bestimmen.

Um die Ausdehnung der tropfbaren Flüßigkeiten gehörig einzusehen, wird es nöthig seyn, einige Sätze vorauszuschicken:

1. Man nehme an, ein thermometrisches Gefäß aus Glas, Metall u. s. w. sey bis zu einem gewissen Zeichen

an der Röhre mit einer Flüßigkeit angefüllt; so leuchtet einem jeden ein, (vorausgesetzt, daß das Gefäß und die Flüßigkeit genau dieselbe Ausdehnung besitzen, oder bei derselben Zunahme der Temperatur eine gleiche Vergrößerung des Volumens erfahren) daß welche Veränderung der Temperatur auch statt finden möge, sich die Flüßigkeit bei demselben Zeichen erhalten werde.

2. Die Annahme werde dahin abgeändert, daß (vorausgesetzt, daß bei Veränderungen der Temperatur die Ausdehnung bei beiden Substanzen gleichförmig erfolge) sich die Flüßigkeit in einem größeren Verhältniße als das Gefäß ausdehne: in diesem Falle ist es klar, daß bei Erhöhung der Temperatur, die Flüßigkeit gleichförmig um eine Größe steigen werde, welche der Differenz der absoluten Ausdehnung gleich ist.

3. Die Voraussetzung sey wie im vorigen Satze, nur mit dem Unterschiede, daß sich die Flüßigkeit in einem kleineren Verhältniße als das Gefäß ausdehne; die Flüßigkeit wird unter diesen Umständen bei einer Zunahme der Temperatur, und zwar gleichförmig, sinken. Die Größe um welche sie sinkt, wird dem Unterschiede der absoluten Ausdehnungen gleich seyn.

4. Man lasse die Voraussetzung wie im Vorhergehenden, nur soll gegenwärtig das Gefäß sich gleichförmig, die Flüßigkeit aber mit gleichförmig beschleunigter Geschwindigkeit (von dem Punkte der Röhre an welchem die Flüßigkeit ursprünglich sich befand, gerechnet) sich ausdehnen. In diesem Falle wird, wenn die Wärme gleichförmig zugeführt wird, die Flüßigkeit mit gleichförmig verminderter Bewegung bis auf einen gewißen Punkt

herabzusinken scheinen, dann stationär seyn, und nachmals mit gleichförmig beschleunigter Geschwindigkeit steigen. — Denn da die Geschwindigkeit mit welcher die Flüßigkeit sich ausdehnt, gleichförmig beschleunigend ist, so muß sie nach und nach durch alle Zwischengrade von 0 bis zu einem bestimmten Grade hindurch gehen; es muß demnach auch ein Zeitmoment eintreten, in welchem ihre Ausdehnung und die des Gefäßes dieselbe ist; in diesem Moment muß demnach die Flüßigkeit stationär scheinen. Vor diesem Zeitpunkte, mußte die Flüßigkeit zufolge des dritten Satzes zu sinken, nachmals aber nach dem zweiten Satze, wiewohl nicht gleichförmig, zu steigen scheinen.

Man setze den absoluten Raum, durch welchen sich die Flüßigkeit im Moment der gleichen Geschwindigkeiten ausgedehnt hat, gleich 1; so muß die des Gefäßes in derselben Zeit gleich 2 seyn; denn die Geschwindigkeit, welche durch eine gleichförmig beschleunigende Kraft mitgetheilt wird, ist so, daß sie einen Körper in derselben Zeit durch einen doppelt so großen Raum bewegt. Es folgt hieraus, daß die Flüßigkeit um 1 müße gesunken seyn, welches der Ueberschuß der Ausdehnung des Gefäßes über das der Flüßigkeit ist. Man denke sich nun, daß ein zweites, dem ersten gleiches Inkrement der Temperatur zutrete, so wird die absolute Ausdehnung der Flüßigkeit (von dem Anfange der Ausdehnung überhaupt an gerechnet) 4 seyn; und die Ausdehnung des Gefäßes wird gleichfalls 4 seyn. Der Ort, bis zu welchem die Flüßigkeit jetzt erhoben ist, wird genau derselbe, wie im Anfange des Versuches seyn; sie muß demnach durch das

zweite Inkrement, um den Raum 1 gestiegen, erscheinen. Man denke sich ein drittes Inkrement Wärme, welches zu den vorhergehenden hinzukommt, so wird dieses die Total-Ausdehnung der Flüßigkeit auf 9 bringen, oder einen Zuwachs der Ausdehnung gleich 5 veranlassen, wenn man von letzterem 2, für die Ausdehnung des Gefäßes abzieht, so bleibt 3 für die durch den dritten Antheil Wärme bewirkte scheinbare Ausdehnung der Flüssigkeit übrig; auf gleiche Art findet man, daß das vierte Inkrement Wärme, eine Ausdehnung der Flüßigkeit gleich 5; das fünfte eine Ausdehnung gleich 7 u. s. w. bewirken werde, welches die Reihenfolge der ungeraden Zahlen ist. Das Aggregat dieser, giebt aber, wie bekannt, eine Reihe von Quadraten. Die scheinbare Ausdehnung wird demnach nach demselben Gesetz wie die wirkliche fortschreiten, nur daß sie von einer höheren Temperatur anhebt.

Ist das Gesetz der Ausdehnung, welchem die Flüssigkeit folgt so; daß sowohl ein Zusatz, als eine Entziehung von Wärme, gleichermaßen eine Ausdehnung, vom Punkte der größten Dichte an gerechnet, bewirkt; so wird die scheinbare Ausdehnung ebenfalls durch dasselbe Gesetz, wie die wirkliche, geleitet werden. Denn wenn, während sich die Flüßigkeit auf dem niedrigsten Punkte der Skale befindet, ein Antheil Wärmestoff hinweggenommen wird, so wird dieselbe auf 1 steigen, allein das Gefäß wird sich um 2 zusammenziehen, dadurch wird die scheinbare Ausdehnung der Flüßigkeit gleich 3 werden; durch Hinwegnahme eines zweiten Antheils Wärmestoffs wird sie 5; eines dritten 7 u. s. w. werden, wie vorher.

Die

Die Wahrheit der oben aufgestellten Sätze läßt sich noch auf eine andere Art darthun.

Es sollen 1, 4, 9, 16, 25 u. s. w. die absoluten Ausdehnungen der Flüßigkeiten und p, 2p, 3p, 4p, 5p u. s. w. die Ausdehnungen des Gefäßes für gleiche Inkremente der Temperatur vorstellen; so werden 1—p; 4—2p; 9—3p; 16—4p; 25—5p u. s. w. die scheinbaren Ausdehnungen der Flüßigkeit ausdrücken. Die Unterschiede dieser letzten Größen nehmlich 3—p; 5—p; 7—p; 9—p u. s. w. bilden eine in arithmetischer Progression fortlaufende Reihe, deren gemeinschaftliche Differenz 2 ist. Es wird aber in der Algebra bewiesen, daß die Differenzen einer Reihe von Quadratzahlen, deren Wurzeln eine arithmetische Progression bilden, eine arithmetische Progression darstellen, und daß die gemeinschaftliche Differenz der Glieder dieser Progression dem doppelten Quadrate der Differenz der Wurzeln gleich sey. Da nun 2 = dem doppelten Quadrate von 1; so ist die oben angeführte arithmetische Reihe 3—p, 5—p u. s. w. gleich dem Unterschiede einer Reihe von Quadraten, deren gemeinschaftliche Differenz der Wurzeln 1 ist.

Und nun die Anwendung dieser Grundsätze: Man nimmt allgemein an, daß feste Körper in der gewöhnlichen Ordnung der Temperaturen sich gleichförmig ausdehnen. In allen Fällen ist die Größe ihrer Ausdehnung, im Vergleich mit der der Flüßigkeiten, wie z. B. des Wassers, so gering; daß die Abweichung von der Gleichförmigkeit in mehreren Fällen, ganz unbeachtet bleiben kann. Nimmt man nun an, daß die Ausdehnung des Wassers von dem

Maximum seiner Dichte an, wie die Quadrate der Temperaturen erfolge, so lassen sich nachstehende Folgerungen ableiten:

Coroll. 1. Die Gesetze der gleichförmig beschleunigten Bewegung, sind dieselben, wie die der Ausdehnung des Wassers, diese absolut oder scheinbar genommen, sobald man die Zeit in der einen dieser Analogien, die Temperatur in der andern; und den Raum in der einen, die Ausdehnung in der andern bedeuten läßt. Das t bedeute Zeit oder Temperatur; v die Geschwindigkeit und s den Raum oder die Ausdehnung: so verhält sich

t^2, oder tv, oder v^2 wie s

$\frac{1}{2}tv = s$

v verhält sich wie t

s' verhält sich wie 2tt'

s' verhält sich wie t, t' als beständig angenommen u. s. w.

Coroll. 2. Die wirkliche Ausdehnung des Wassers von dem Maximum der Dichte an, für irgend eine Anzahl von Graden, ist dieselbe, wie die scheinbare Ausdehnung von der scheinbaren größten Dichte in irgend einem Gefäße an, für dieselbe Anzahl von Graden. Es scheine z. B. Wasser in einem gläsernen Gefäße bei 42° der gewöhnlichen Skale am dichtesten zu seyn, oder am tiefsten herabzusinken, und es scheine sich um $\frac{1}{25}$ seines ersten Volumens von dieser Temperatur bis zu 212° auszudehnen, so kann man schließen, daß die wirkliche Ausdehnung des Wassers von der größten Dichte an durch 170° $\frac{1}{25}$ seines Volumens betrage; so daß die ab-

solute Ausdehnung des Wassers auf diesem Wege bestimmbar ist, ohne daß man zu wissen nöthig habe, bei welcher Temperatur seine Dichte, oder die Ausdehnung des Gefäßes, welches dasselbe enthält, am größten sey.

Coroll. 3. Läßt sich die Ausdehnung eines Gefäßes finden, so läßt sich auch die Temperatur bei welcher die Dichte des Wassers am größten ist, finden und umgekehrt. Dieß giebt ein vortrefliches Mittel an die Hand, um sowohl die relative, als absolute Ausdehnung aller festen Körper, die sich zu Gefäßen gestalten lassen, welche zur Aufnahme des Wassers dienen können, zu finden.

Coroll. 4. Würde die scheinbare Ausdehnung des Wassers von dem Punkte der größten Dichte an, durch 180° hindurch, der Ausdehnung eines sich gleichförmig ausdehnenden Körpers gleich gesetzt, so müßte die Schnellichkeit dieser Ausdehnung, der des Wassers bei 90°, oder der Mitte der Temperatur von 180° gleich seyn. — Und wenn ein fester Körper gefunden würde, dessen Ausdehnung der des Wassers bei 10° vom Punkte der größten Dichte an gerechnet, gleich wäre; so müßte seine Ausdehnung für 180°, $\frac{1}{9}$ von der des Wassers betragen. Denn beim Wasser verhält sich v wie t u. s. w.

Dadurch daß ich mehrere Thermometerröhren graduirte, indem ich sie mit Wasser füllte, sie verschiedenen Temperaturen aussetzte und die Resultate verglich; fand ich die scheinbare Ausdehnung des Wassers in gläsernen Gefäßen von 10 zu 10 Graden der alten Skale (wie ich sie in der Folge nennen will) und der neuen; die Resultate enthält nachstehende Tabelle:

Ausdehnung des Wassers.

Alte Skale.		Neue Skale.	
12°	100236	5°	100227
22	100090	15	100129
32	100022	25	100057
42	100000	35	100014
52	100021	45	100000
62	100083	55	100014
72	100180	65	100057
82	100312	75	100129
92	100477	85	100227
102	100672	95	100359
112	100880	105	100517
122	101116	115	100704
132	101367	125	100919
142	101638	135	101163
152	101934	145	101436
162	102245	155	101738
172	102575	165	102068
182	102916	175	102426
192	103265	185	102814
202	103634	195	103231
212	104012	105	103676
		215	104150
		225	104658

Die ganze Ausdehnung des Wassers für 180° der Temperatur vom Punkte der größten Dichte an gerechnet, scheint der zweiten Tabelle zufolge $\frac{1}{21,5}$ zu seyn, oder 21 $\frac{1}{2}$ Theile werden 22 $\frac{1}{2}$.

In den Edinburgher philosophischen Transaktionen für 1804, hat Dr. Hope eine Abhandlung über das Zusammenziehen des Wassers bei niedrigen Temperaturen geliefert. (Man sehe auch Nicholson's Journ. Vol. XII.) In dieser Abhandlung findet man außer eigenthümlichen Versuchen eine vortrefliche Geschichtserzählung der Thatsachen und Hypothesen, welche diesen merkwür-

digen Gegenstand der Naturlehre betreffen. Es scheint, daß zwei Meinungen über die Temperatur, bei welcher das Wasser seine größte Dichte erreicht, statt finden: einige nehmen an, dieses erfolge bei dem Gefrierpunkte, oder bei einer Temperatur von 32°; nach andern soll es sich bei 40° ereignen. Ehe jene Abhandlung bekannt wurde; hatte ich mich für die Meinung erklärt: daß das Wasser die größte Dichte bei 32° erreiche, und folgte hiebei einigen Versuchen, welche angeführt werden sollen. Hope erklärte sich seinen eigenen Versuchen zufolge, für die andere Meinung. Meine Aufmerksamkeit wurde wieder auf diesen Gegenstand gelenkt, und da ich die Thatsachen einer neuen Prüfung unterwarf; so fand ich, daß alle dahin zusammenstimmten, den Punkt der größten Dichte bei 36° zu setzen; welches das Mittel zwischen den beiden vorher angenommenen Punkten war. In zwei Briefen, welche sich in dem Journal von Nicholson (Band XIII und XIV) befinden, bemühte ich mich darzuthun, daß Dr. Hope's Versuche diese und keine andere Folgerung, unterstützten. Ich will jetzt zeigen, daß meine eigene Versuche über die scheinbare Ausdehnung des Wassers in verschiedenen Gefäßen, dahin zusammenstimmen, dieselbe Folgerung zu begründen.

Das Resultat meiner Versuche, ohne diese Deduktionen, wurde im zehnten Bande des Nicholsonschen Journal's bekannt gemacht. Seit dieser Zeit sind einige Zusätze und Verbesserungen hinzugekommen. Es muß hierbei noch bemerkt werden, daß aus den verschiedenen Materialien kleine Gefäße, welche eine bis zwei Unzen Wasser faßten, verfertigt wurden, in welche man, nach-

dem sie mit Wasser angefüllt waren, gläserne Thermometerröhren kitten konnte, so daß sie einem wirklichen Thermometer glichen und auch die Wirkung desselben hatten. Folgendes ist das Resultat meiner Beobachtungen:

	Das Wasser war stationär	Korrespondirende Punkte der Ausdehnung.
1) Braunes Fayence . .	bei 38°	bei 32° und 44°
2) Gemeine weiße Waare und Steingut . .	40°	32° und 48°+
3) Flintglaß . . .	42°	32° und $52\frac{1}{2}$°
4) Eisen	42+	32 und 53 —
5) Kupfer	45+	32 und 59
6) Meßing	$45\frac{1}{2}$	32 und 60 —
7) Zinn wie es von den Zinngießern verarbeitet wird (Pewter)	46	32 und $60\frac{1}{2}$
8) Zink	48	32 und 64+
9) Blei	49	32 und 67

Da die Ausdehnung des Fayence durch Wärme vorher nie ausgemittelt worden ist, so kann man sich des ersten und zweiten Versuches nicht bedienen, um die Temperatur zu finden, bei welcher die größte Dichte des Wassers eintritt; alles was sich daraus abnehmen läßt, ist, daß dieser Punkt unterhalb 38° seyn muß.

Nach Smeaton dehnt sich Glas durch eine Temperatur von 180°, um $\frac{1}{1200}$ in die Länge; mithin $\frac{1}{400}$ im Volumen aus. Wasser dehnt sich aber $\frac{1}{21,5}$ oder beinahe mehr als wohl zehnmahl so stark aus; es ist demnach die mittlere Geschwindigkeit der Ausdehnung des

Wassers (welche bei 90°, oder der Mitte von 180° eintritt) achtzehnmal größer als die des Glases; welche letztere der des Wassers bei 42° gleich ist. Diese letztere muß demnach $\frac{1}{18}$ der ersteren betragen; Wasser von 42° ist demnach durch $\frac{1}{18}$ derjenigen Temperatur die erfordert wird, um es bis zu dem Mittel zu erheben, gegangen; es befindet sich also $\frac{1}{18}$ von 90° = 5° der neuen Skale, welchen 4° der alten betragen, über derjenigen Temperatur, bei welcher es sich absolut von der größten Dichte befindet. Dieser Schluß kann jedoch nicht ganz genau seyn; denn es geht aus dem vorhergehenden Paragraph hervor, daß die Temperatur unter 38° fallen muß. Der Mangel an Genauigkeit rührt meines Erachtens davon her, daß Smeaton die Ausdehnung des Glases zu klein angegeben hat. Dieses ist jedoch nicht einem von ihm begangenen Fehler, sondern der eigenthümlichen Beschaffenheit des Glases zuzuschreiben. Gläserne Stäbe und Glasröhren sind selten oder nie gehörig abgekühlt; sie befinden sich demnach in einem Zustande von heftiger Spannung und zerspringen daher oft von selbst, oder wenn man einen schwachen Strich mit einer Feile in sie einschneidet. Die Röhren dehnen sich stärker, als wie die maßiven Stäbe aus, und es läßt sich erwarten, daß dünne hohle Kugeln sich noch stärker ausdehnen werden, weil sie nicht nöthig haben, abgekühlt zu werden; daher widerstehen auch dünne Gläser ungleich mehr der Einwirkung der Hitze, indem sie weniger spröde, und mehr geeignet zu den schnellen Uebergängen der Temperatur sind. Aus den oben angeführten Versuchen scheint hervorzugehen, daß die Ausdehnung

des Glases, wie z. B. die der gewöhnlichen Thermometerkugeln, wenig von der des Eisens verschieden sey.

Das Eisen dehnt sich durch eine Zunahme der Temperatur von 180° fast $\frac{1}{800}$ in die Länge, oder $\frac{1}{265}$ im Volumen aus; dieses beträgt ungefähr $\frac{1}{12}$ von der Ausdehnung des Wassers; daher hat man $\frac{90}{12} = 7\frac{1}{2}°$ der wahren mittleren Temperatur = 6° der gewöhnlichen Skale; zieht man dieses von 42 + ab, so bleiben 36° der gemeinen Skale, für die Temperatur, bei welcher das Wasser die größte Dichte erreicht, übrig.

Die Ausdehnung des Kupfers verhält sich zu der des Eisens wie 3 : 2, wenn demnach 6 die Ausdehnung des Eisens ausdrückt, so wird für die des Kupfers 9° gefunden werden; mithin 45° − 9° = 36 für die Temperatur, wie vorher.

Die Ausdehnung des Messings ist ungefähr $\frac{1}{20}$ größer, als die des Kupfers; wir finden demnach $46\frac{1}{2}$ — $9°\frac{1}{2}$ = 36, für die Temperatur, wie oben.

Die Ausdehnung des feinsten Zinnes, das von den Zinngießern verarbeitet wird (pewter), verhält sich zu der des Eisens, nach Smeaton, wie 11 zu 6; dem zufolge findet man 46° — 11° = 35° für die Temperatur, welche von einem Gefäße aus Zinn abgeleitet wird: da dieses aber ein gemischtes Metall ist; so kann man sich nicht sehr auf diese Angabe verlassen.

Der Angabe von Smeaton zufolge, dehnt sich Zink bei einem Anwachs der Temperatur von 180°, um $\frac{1}{113}$ seines Volumens aus: das Wasser dehnt sich demnach $5\frac{1}{4}$ mal so stark als Zink nemlich um $\frac{90}{5\frac{1}{4}} = 17°$ der neuen Skale, welches = $13°\frac{1}{2}$ der alten Skale ist, aus. Man findet

demnach $48° - 13°\frac{1}{2} = 34°\frac{1}{2}$ für die Temperatur welche vom Zink abgeleitet wurde.

Es ist sehr wahrscheinlich, daß in diesem Falle die Ausdehnung des Gefäßes zu groß angenommen wurde; sie wurde geringer, als die des Bleies gefunden, während der Angabe von Smeaton zufolge, sie größer ausfällt. Das Gefäß war aus dem hämmerbaren Patent-Zink von Hodson und Sylvester verfertigt. Wahrscheinlich enthält es etwas Zinn: dieses würde die statt findende Abweichung erklären.

Das Blei wird durch eine Temperatur von 180° um $\frac{1}{110}$ seines Volumens ausgedehnt; Wasser dehnt sich demnach $5\frac{1}{2}$ mal so stark aus; dieses giebt $\frac{90}{5\frac{1}{2}} = 16°\frac{1}{2}$ der neuen Skale = 13° der alten Skale; daher $49° - 13° = 36°$ wievorher.

Aus diesen Versuchen scheint unwiderleglich hervorzugehen, daß die größte Dichte des Wassers genau auf 36° der alten Skale, oder doch nahe dabei fällt; womit 37° oder 38° der neuen Skale correspondiren: ferner ersieht man, daß die Ausdehnung des dünnen Glases beinahe der des Eisens gleich sey, während die des Steingutes $\frac{2}{3}$, und die der braunen Fayence $\frac{1}{3}$ soviel beträgt.

Die scheinbare Ausdehnung des Quecksilbers in einem Thermometer-Glase ist, meinen Erfahrungen zufolge, für 180°; 0,0163, das ursprüngliche Volumen des Quecksilbers = 1 gesetzt. Die des dünnen Glases kann man = 0,0037 = $\frac{1}{270}$ setzen, welche Angabe kleiner als die des Eisens (die nur $\frac{1}{265}$ beträgt) ist. Die wahre Ausdehnung des Quecksilbers von 32° bis 212° ist demnach gleich der Summe von 0,0163 und 0,0037 = 0,02, oder

$\frac{1}{50}$. De Lüc giebt sie = 0,01836 an, und die meisten übrigen Naturforscher fanden sie noch geringer. Wir leiten aus den aufgestellten Angaben folgende Proportionen ab: 0,0163: 180° = 0,0037: 41° nahe; welches die Wirkung der Ausdehnung des Glases im Quecksilber-Thermometer ausdrückt: das heißt, das Quecksilber würde, wofern das Glas sich nicht ausdehnte, bei der Temperatur des siedenden Wassers 41° mehr an der Skale zeigen.

De Lüc setzt die Ausdehnung der Glasröhre von 32° bis 212° = 0,00083 in der Länge, und von 32° bis 122° nur 0,00035. Diese Ungleichförmigkeit entstehet, wenigstens zum Theil, wie ich vermuthe, aus dem Mangel im Gleichgewicht bei der ursprünglichen Figirung der Glasröhren, deren äußere Fläche hart wird, während die innere weich ist.

Man kann tropfbare Flüßigkeiten rein nennen, wenn sie weder durch Wärme noch Kälte zersetzt werden. Auflösungen der Salze in Wasser können nicht hiezu gerechnet werden; weil die Temperatur auf ihre Zusammensetzung Einfluß hat. Läßt man eine Auflösung des schwefelsauren Natrums in Wasser erkalten, so krystallisirt ein Theil des Salzes, und der übrige Theil der Flüßigkeit ist weniger salzig als vorher; während bei Wasser und Quecksilber, wenn sie zum Theil zum Gefrieren gebracht werden, der noch übrige flüßige Antheil dieselbe Beschaffenheit wie vorher hat.

Die meisten sauren Flüßigkeiten ähneln in der angeführten Hinsicht den Salzauflösungen. Der Alkohol ist, so wie er gewöhnlich bereitet wird, eine Auflösung

des reinen Alkohols in einer mehr oder weniger großen Menge Wasser; und wahrscheinlich würde das Gefrieren bei ihm dieselbe Wirkung, wie bei andern Auflösungen hervorbringen. Der Aether ist, mit Ausnahme des Wassers und Quecksilbers, eine der reinsten Flüßigkeiten. Die Oele, sowohl flüchtige als fette, sind wahrscheinlich (in dem Sinne wie hier das Wort genommen wird) meistentheils unreine. Es ist merkwürdig, wie sehr diese Flüßigkeiten, den gemachten Bemerkungen ungeachtet, in Ansehung der Ausdehnung sich dem Gesetze, welches bei dem Wasser und Quecksilber gefunden wurde, nähern. Wenige Naturforscher haben Versuche über diesen Gegenstand angestellt; und ihren Resultaten fehlt in mehreren Fällen Genauigkeit. Meine Uutersuchungen hatten vorzüglich das Wasser und Quecksilber zum Gegenstande; es wird jedoch nicht undienlich seyn, die Resultate meiner Untersuchungen über die andern Flüßigkeiten, so weit sie verfolgt wurden, mitzutheilen.

Der Alkohol dehnt sich, wenn die Temperatur um 180° zunimmt, von — 8 bis 172°, um $\frac{1}{9}$ seines Volumens aus. Die relativen Ausdehnnngen dieser Flüssigkeit sind von de Lüc von 32° bis 212° angegeben worden; allein die Resultate meiner Versuche, scheinen mit den seinigen nicht zu stimmen. Nach ihm, dehnt der Alkohol für die ersten 90 Grade sich um 35 Theile, und für die folgenden 90 um 45 Theile aus. Die Stärke seines Alkohols war so groß, daß er Schießpulver entzündete. Dieses ist aber eine sehr unbestimmte Probe. Meinen Versuchen nach, muß ich schließen, daß der von de Lüc gebrauchte Alkohol sehr schwach war

Ich fand, daß 1000 Theile Alkohol bei der Temperatur von 50° ein specifisches Gewicht gleich 0,817 hatten, und sich bis zu 1079 Theilen ausdehnten, wenn die Temperatur bis auf 170°, nach der gewöhnlichen Skale des Quecksilber-Thermometers, erhöht wurde: bei 110° nahm der Alkohol 1039 Theile, oder einen halben Theil weniger als das wahre Mittel ein.

Wenn das specifische Gewicht des Alkohols 0,86 ist, so finde ich, daß 1000 Theile bei der Temperatur 50, sich bei 170° zu 1072 ausdehnen; bei 110° ist das Volumen des Alkohols 1035+; daher verhält sich der Unterschied der Ausdehnung in beiden Hälften der Skale nicht ganz wie 35 zu 37. Ist das specifische Gewicht 0,937, so finde ich, daß 1000 Theile sich bei der Temperatur von 170° zu 1062 ausgedehnt haben, und zu 1029½ bei 110°; daher ist das Verhältniß der Ausdehnung wie 29½ zu 31½. Ist das specifische Gewicht 0,961; welches 75 Procent Wasser entspricht, so finde ich, daß 1000 Theile bei 50°, 1040 bei 170°; und 1017½ bei 110° werden; dieses giebt ein Verhältniß von 35 zu 45. Dieses ist ganz das Verhältniß, welches de Lüc angiebt. Zwar nimmt er einen Zwischenraum der Temperaturen von 180°, ich hingegen von 120° an, es ist jedoch dessenungeachtet unmöglich unsere Resultate in Uebereinstimmung zu bringen. Da die Ausdehnung des Alkohols von 172° bis 212° Vermuthungen zufolge bestimmt werden mußte, so hat er sie vielleicht zu groß angenommen.

Bei Anführung dieser Resultate ist die Ausdehnung des Glases nicht in Anschlag gebracht worden. Ich be-

diente mich zu diesen Versuchen einer Thermometer-Kugel von beträchtlichem Durchmesser, die ungefähr 750 Gran Wasser faßte, und mit einer verhältnißmäßig weiten Röhre versehen war; die wirklichen Ausdehnungen können demnach eher etwas größer, als sie oben angegeben wurden, als kleiner angenommen werden. Die Eintheilung des Gefäßes war wiederholt untersucht worden, und da sie dieselbe war, welche bei den Bestimmungen der Ausdehnung des Wassers gebraucht worden, so kann ich in die erhaltenen Resultate Vertrauen setzen. Es wurde bei diesen Versuchen besondere Sorgfalt angewendet, daß sowohl die Kugel als Röhre in das Wasser von der bestimmten Temperatur eingetaucht wurden.

Da Alkohol, dessen specifisches Gewicht 0,817 ist, wenigstens 8 Procent Wasser enthält; so kann man aus dem oben angeführten schließen, daß ein mit vollkommen reinem (absoluten) Alkohol gefülltes Thermometer in dem Zwischenraume der Temperaturen von 50° bis 170° sich in seinen Angaben nicht merklich von einem Quecksilber-Thermometer unterscheiden werde. Wenn man aber in Erwägung zieht, daß die relativen Ausdehnungen von Glas, Quecksilber und Alkohol für diesen Zwischenraum der Temperaturen sich wie 1, 5½ und 22 verhalten, so leuchtet ein, daß die Ungleichheit der Ausdehnung des Glases in den höheren und niederern Theilen der Skale, welche dahin strebt die scheinbare Ausdehnung des Quecksilbers gleichförmig zu machen, wegen ihrer comparativen Unbedeutsamkeit wenig Einfluß auf den Alkohol habe.

Man kann demnach vermuthen, daß ein Weingeist-

Thermometer in seinen Eintheilungen weit gleichförmiger als ein Quecksilber-Thermometer seyn werde, wofern man sich eines Gefäßes von gleichförmiger Ausdehnung bedient. Dieß muß auch aus Gründen der Theorie statt finden, indem der Punkt der größten Dichte, oder der Gefrierpunkt des Alkohols, unter den des Quecksilbers fällt.

Da der Punkt der größten Dichte bei'm Wasser bei 36° ist, bei dem Alkohol derselbe aber weit tiefer liegt, so war zu erwarten, daß Mischungen aus beiden am dichtesten bei Temperaturen, welche zwischen den Dichtigkeitspunkten beider Elemente liegen, seyn werden. Je mehr das Wasser vorwaltet, um so höher wird der Punkt, welcher die Temperatur anzeigt, bei welcher das Maximum der Dichte der Mischung eintritt, hinauffallen. So finden wir auch, daß das Mißverhältniß, welches in der Ausdehnung des Wassers bemerkt wird, in den Mischungen an Größe zunimmt, so wie sie sich dem reinen Wasser nähern.

Wasser, welches mit Kochsalz gesättigt worden, dehnt sich folgendermaßen aus: 1000 Theile bei 32° werden 1050 bei 212°; bei 122° sind sie beinahe 1023; dieses giebt das Verhältniß von 23 zu 27 für die correspondirenden gleichen Intervalle des Quecksilbers. Dieses stimmt sehr nahe mit dem von de Lüc gefundenen Verhältnisse: wie 36,3 zu 43,7. Bei einer Temperatur von 7° soll diese Auflösung gefrieren, und wahrscheinlich dehnt sie sich von diesem Punkte an beinahe wie die Quadrate der Temperaturen aus. In Ansehung ihrer Ausdeh-

nung durch Wärme unterscheidet sich dieselbe von den meisten andern Salzauflösungen.

Olivenöl und Leinöl dehnen sich bei einer Zunahme der Temperatur um 180°, ungefähr 8 Procent aus. De Lüc fand die Ausdehnung des Olivenöls beinahe mit der des Quecksilbers übereinstimmend; ich fand diese Uebereinstimmung nicht, und bemerkte vielmehr, daß sie beinahe mit der Ausdehnung der gesättigten Kochsalzauflösung übereinkam.

Terpenthinöl dehnt sich, wenn die Temperatur bis auf 180° wächst, ungefähr um 7 Procent aus; es dehnt sich weit stärker in den höheren, als in den niedrigeren Theilen der Skale aus, wie es auch seyn muß; da sein Gefrierpunkt zwischen 14 und 16 Grad fällt. Das Verhältniß ist ungefähr wie 3 zu 5. Einige behaupten, daß das Terpenthinöl bei 560° koche; ich weiß nicht woher diese Täuschung rührt; sein Siedpunkt fällt, wie bei den andern wesentlichen Oelen unter 212°.

Schwefelsäure die ein specifisches Gewicht von 1,85 hat, dehnt sich von 32° bis 212° um 6 Procent aus. Sie stimmt in jedem Theile der Skale so genau als möglich mit dem Quecksilber. Thomson sagt, der Gefrierpunkt der Säure von dieser Stärke falle auf — 36°, oder noch etwas tiefer; sie stimmt demnach in dasselbe Gesetz, wie Wasser und Quecksilber ein. Ich finde sogar, daß die eisförmige Schwefelsäure (Eisöl), oder die, welche ein specifisches Gewicht gleich 1,78 hat, und die bei einer Temperatur von 45° fest bleibt, sich gleichförmig, oder fast wie die andere, während sie flüßig ist, ausdehne.

Salpetersäure, welche ein specifisches Gewicht gleich 1,40 hat, dehnt sich von 32° bis 212° um 11 Procent aus. Die Ausdehnung ist fast in demselben Verhältniß wie bei'm Quecksilber, indem der Unterschied ungefähr wie 27 zu 28 ist. Der Gefrierpunkt einer Säure von der angeführten Stärke, kommt beinahe mit dem Gefrierpunkte des Quecksilbers überein.

Salzsäure, von 1,137 specifischem Gewichte, dehnt sich von 32° bis 212° um 6 Procent aus; sie weicht mehr ab, als die Salpetersäure, wie auch zu erwarten stehet, da sie sehr mit Wasser verdünnt ist. Das Verhältniß ist beinahe wie 6 zu 7.

Der Schwefeläther dehnt sich bei einer Zunahme der Temperatur von 180° um 7 Procent aus. Ich habe die Ausdehnung dieser Flüssigkeit mit der des Quecksilbers nur von 60° bis 90° verglichen. In diesem Zwischenraume, war die Uebereinstimmung mit dem Quecksilber so groß, daß ich keinen merklichen Unterschied in den Verhältnissen wahrzunehmen vermögend war. Er soll bei — 46° gefrieren,

Aus den angestellten Beobachtungen ersieht man, daß sich das Wasser weniger als die meisten andern Flüßigkeiten ausdehne; im Grunde kommt ihm aber doch das größte Verhältniß der Ausdehnung zu. Alkohol und Salpetersäure, welche sich so sehr auszudehnen scheinen, übertreffen das Wasser nicht, ja können demselben nicht einmal gleichgesetzt werden, wenn man ihre Ausdehnung von der Temperatur an, bei welchen ihre größte Dichte eintritt, schätzt, und sie mit der des Wassers unter gleichen Umständen vergleicht. Bloß weil wir bei ihnen

100 bis 200° über dem Punkte der größten Dichte die Vergleichung anfangen, und sie durch darauf folgende 180° fortsetzen, scheinen sie sich so bedeutend auszudehnen. Bliebe das Wasser flüßig, so würde es sich in dem zweiten Zwischenraume von 180° dreimal so stark als in dem ersten (von 36° an gerechnet) ausdehnen.

Ausdehnung der festen Körper.

Noch hat man kein allgemeines Gesetz in Ansehung der Ausdehnung fester Körper entdecken können; da aber die elastischen und tropfbaren Flüßigkeiten in dieser Hinsicht besonderen Gesetzen unterworfen sind; so kann man mit Vertrauen voraus setzen, daß derselbe Fall bei den festen Körpern eintreten werde. Da sich erwarten läßt, daß feste Körper durch Entziehung des Wärmestoffs keine Veränderung des Aggregat-Zustandes erfahren werden, so ist es wahrscheiulich, daß welchem Gesetze sie auch in Hinsicht der Ausdehnung durch Wärme folgen mögen, es sich auf den Punkt, bei welchem die Temperatur anfängt, oder was man absolute Kälte nennen könnte, beziehen werde.

Es ist nicht gegenwärtig mein Geschäft, zu untersuchen, wie tief dieser Punkt liegen möge; so viel kann jedoch hier bemerkt werden, daß jede Erscheinung anzeigt, er liege sehr tief, oder weit tiefer, als man gewöhnlich zu vermuthen pflegt. Vielleicht läßt sich noch in der Folge erweisen, daß der Zwischenraum der Temperatur von 32° bis 212° nach Fahrenheits Skale, das zehnte, funfzehnte oder zwanzigste Intervall, von der absoluten Kälte an gerechnet, ausmache.

Urtheilt man nach Analogie, so kann man vermuthen, daß die Ausdehnung der festen Körper in einer mit der Temperatur zunehmenden Progression fortschreite; dieses mag aber in einer geometrischen Progression geschehen, wie bei den elastischen Flüßigkeiten; oder sie mag zunehmen, wie die Quadrate der Temperaturen, welches bei den tropfbaren Flüßigkeiten der Fall war; oder sie mag sich wie die dritte, oder irgend eine andere Potenz der Temperatur verhalten; so wird sie doch, wenn man sie von dem Punkte der absoluten Kälte an schätzt, beinahe gleichförmig, oder als in einer arithmetischen Progression mit der Temperatur wachsend, erscheinen; weil der Zwischenraum zwischen dem Frost- und Siedepunkte des Wassers, ein zu kleines Intervall der Temperatur, und zu entfernt von dem Punkte der absoluten Kälte ist.

Die Richtigkeit dieser Bemerkung, wird sich aus folgender Berechnung ergeben. Man nehme an, das Interval von welchem die Rede ist, sey der funfzehnte Theil; so wird die wirkliche Temperatur des gefrierenden Wassers 2520°; die in der Mitte zwischen diesem Punkte und dem Siedpunkte liegende Temperatur 2610°, und bis zum Siedpunkte 2700°, vom Punkte der absoluten Kälte an gerechnet, seyn.

	Differenz.		Differenz.
$(14)^2 = 196$		$(14)^3 = 2744$	
	$- 14\frac{1}{4}$		$- 304\frac{5}{8}$
$(14\frac{1}{2})^2 = 210\frac{1}{4}$		$(14\frac{1}{2})^3 = 3048\frac{5}{8}$	
	$- 14\frac{3}{4}$		$- 326\frac{3}{8}$
$(15)^2 = 225$		$(15)^3 = 3375$	

Die angegebenen Unterschiede, geben das Verhältniß der Ausdehnung für 90° der Temperatur an; sie

verhalten sich in dem ersteren Falle wie 57 zu 59; im zweiten beinahe wie 14 zu 15. Da aber vorausgesetzt wird, daß die Temperatur vermittelst der neuen Skale gemessen worden, so ist das Mittel ungefähr gleich 110° der alten Skale; die Ausdehnung der festen Körper, müßte demnach wie 57 oder 14, von 32° bis zu 110°; und wie 59 oder 15, von 110° bis 212° der alten Skale seyn.

Sind diese Hypothesen richtig, so muß die Ausdehnung fester Körper in dem unteren Theile der alten Skale etwas größer, und in dem oberen Theile etwas kleiner seyn. Durch Erfahrung vermögen wir nicht (unsern bisherigen Kenntnissen zufolge) diesen Gegenstand zu entscheiden. Für alle Fälle, welche uns in der Praxis vorkommen, können wir annehmen, daß die festen Körper sich gleichförmig ausdehnen. Bei'm Glase allein hat man gefunden, daß seine Ausdehnung nicht gleichförmig, sondern mit der Temperatur wachsend sey; dieses rührt wahrscheinlich, wie schon früher bemerkt wurde, von seiner eigenthümlichen Beschaffenheit her.

Man hat, wie man aus den Lehrbüchern über die Naturlehre ersehen kann, mannigfaltige Pyrometer, oder Werkzeuge um die Ausdehnung fester Körper zu messen, ersonnen. Ihr Zweck ist, die Ausdehnung in die Länge irgend eines vorgesetzten Gegenstandes zu erforschen. Ist die Ausdehnung in die Länge bestimmt; so läßt sich hieraus die Ausdehnung des Volumens finden, welche dreimal so groß seyn wird. Dehnt sich z. B. eine Stange, welche, gleich 1000 gesetzt wird, durch eine gewisse Temperatur bis auf 1001 aus; so werden 1000 Kubik-

zoll dieser Substanz durch eben diese Temperatur zu 1003 ausgedehnt werden.

Nachstehende Tabelle enthält die Ausdehnung der vorzüglichsten Substanzen, mit welchen man bis jetzt Versuche gemacht hat, durch 180° der Temperatur; d. h. vom 32° bis zum 212° der Fahrenheitschen Skale. Das Volumen und die Länge der verschiedenen Substanzen, ist bei 32° gleich 1 gesetzt.

	Ausdehnung.		
	Im Volumen	In der Länge	
Feste Körper.			
Braunes Fayence . . .	0,0012 = $\frac{1}{800}$	$\frac{1}{2400}$	
Steingut	0,0025 = $\frac{1}{400}$	$\frac{1}{1200}$	
Glasstäbe und Röhren . .	0,0025 = $\frac{1}{400}$	$\frac{1}{1200}$	†
Glaskugeln (dünne) . .	0,0037 = $\frac{1}{270}$	$\frac{1}{810}$	
Platin	0,0026 = $\frac{1}{385}$	$\frac{1}{1155}$	**
Stahl	0,0034 = $\frac{1}{294}$	$\frac{1}{882}$	†
Eisen	0,0038 = $\frac{1}{263}$	$\frac{1}{790}$	†
Gold	0,0042 = $\frac{1}{238}$	$\frac{1}{714}$	*
Wismuth	0,0042 = $\frac{1}{238}$	$\frac{1}{714}$	†
Kupfer	0,0051 = $\frac{1}{100}$	$\frac{1}{588}$	†
Messing	0,0056 = $\frac{1}{178}$	$\frac{1}{533}$	†
Silber	0,0060 = $\frac{1}{160}$	$\frac{1}{480}$	*
Feines Zinn, wie es von den Zinngießern verarbeitet wird (pewter)	0,0068 = $\frac{1}{147}$	$\frac{1}{440}$	†
Zinn	0,0074 = $\frac{1}{133}$	$\frac{1}{400}$	†
Blei	0,0086 = $\frac{1}{115}$	$\frac{1}{348}$	†
Zink	0,0093 = $\frac{1}{108}$	$\frac{1}{322}$	†
Flüssige Substanzen.			
Quecksilber	0,0200 = $\frac{1}{50}$		
Wasser	0,0466 = $\frac{1}{21,6}$		
Wasser mit Kochsalz gesättigt	0,0500 = $\frac{1}{20}$		
Schwefelsäure	0,0600 = $\frac{1}{17}$		
Salzsäure	0,0600 = $\frac{1}{17}$		

Terpenthinöl	$0{,}0700 = \frac{1}{14}$
Aether	$0{,}0700 = \frac{1}{14}$
Fette Oele	$0{,}0800 = \frac{1}{12{,}5}$
Alkohol	$0{,}0110 = \frac{1}{9}$
Salpetersäure	$0{,}1010 = \frac{1}{9}$
Gasarten.	
Gasarten aller Art . . .	$0{,}376 = \frac{3}{8}$

† Smeaton. * Elliot. ** Borda.

Wedgwood's Thermometer.

Das Weingeist-Thermometer dient größere Grade der Kälte zu messen, als wir kennen, und das Quecksilber-Thermometer giebt, nach der alten Skale, 400° über den Siedpunkt, nach der neuen aber 250° über diesen Punkt an, bei welcher Temperatur das Quecksilber kocht. Diese Temperatur ist unter der Rothglühhitze, und tief unter der höchsten Temperatur, welche wir hervorzubringen vermögend sind. Es ist daher sehr wünschenswerth, ein Werkzeug zu besitzen, um hohe Temperaturen zu messen; und unter den bisher gekannten, ist das von Wedgwood das vorzüglichste, ungeachtet es noch mancher Verbesserung fähig ist.

Die thermometrischen Substanzen, sind kleine, schwach gebrannte Thonzylinder. Will man sich derselben bedienen, so setzt man sie in einem Schmelztiegel der zu messenden Hitze aus, und nach dem Erkalten findet man sie, nach Maaßgabe der Intensität der Hitze, welcher sie ausgesetzt wurden, zusammengezogen. Die Größe dieses Zusammenziehens, welche durch genaues Messen bestimmt wird, giebt die Größe die Temperatur an.

Die ganze Skale dieses Thermometers ist in 240 gleiche Grade eingetheilt, von denen jeder der Rechnung

zufolge, 130° Fahrenheit gleich ist. Der niedrigste Grad, oder die Null dieser Skale, correspondirt mit 1077° Fahrenheit (indem man sich nemlich die gewöhnliche Skale des fahrenheitschen Thermometers über den Siedpunkt des Quecksilbers verlängert denkt) und der höchste Grad ist 32277° Fahrenheit. Den neuen Ansichten über die Temperatur zufolge, die im Vorhergehenden eröffnet wurden, läßt sich mit Grunde vermuthen, daß diese Zahlen zu groß sind.

Nachstehende Tabelle giebt einige der merkwürdigsten Temperaturen in der ganzen Skale, dem gegenwärtigen Zustande unserer Kenntniß gemäß, an.

	Wedgwood.
Aeußerster Grad von Wedgwood's Thermometer.	240°
Gußeisen, Kobolt und Nickel schmelzen bei 130° bis	150°
Größte Hitze einer Schmiedeesse. . . .	125°
Oefen für Glas und Fayence von 40°. .	124°
Gold schmilzt.	32°
Hitze im Kühlofen des Flintglases. . .	29°
Silber schmilzt.	28°
Kupfer schmilzt.	27°
Messing schmilzt.	21°
Der Diamant verbrennt.	14°
Rothglühhitze, bei Tage sichtbar. . . .	0°
	Alte Skale von Fahrenheit.
Wasserstoff und Kohle verbrennen bei 800° bis.	1000°
Antimonium schmilzt.	809°
Zink.	700°

Blei.	612°
Quecksilber kocht.	600°
Leinöl kocht.	600°
Schwefelsäure kocht.	590°
Wismuth schmilzt.	476°
Zinn.	442°
Schwefel verbrennt langsam. . . .	303°
Salpetersäure kocht.	240°
Wasser und wesentliche Oele kochen. . .	212°
5 Theile Wismuth, 3 Theile Zinn und 2 Theile Blei schmelzen.	210°
Alkohol kocht.	174°
Bienenwachs schmilzt.	142°
Aether kocht.	98°
Blutwärme. 96° bis	98°
Sommerhitze in diesem Clima von 75° .	80°
Schwefelsäure (1,78) krystallisirte beginnt zu schmelzen	45°
Mischung von Eis und Wasser. . . .	32°
Milch friert.	30°
Weinessig friert.	28°
Starke Weine frieren ungefähr bei. . .	20°
3 Theile Schnee, 2 Salz.	— 7°
Die am Schnee zu Kendal beobachte Kälte 1791	— 10°
Dasselbe zu Glaszow 1780. . . .	— 23°
Quecksilber friert.	— 39°
Größte beobachtete künstliche Kälte. . .	— 90°

Dritter Abschnitt.

Von dem specifischen Wärmestoffe der Körper.

Bezeichnet man die ganze Menge Wärmestoff, welche in einem Maaß Wasser, bei einer gegebenen Temperatur enthalten ist, mit 1; so wird man die Menge Wärmestoff, welche in einem gleichen Volumen Quecksilber enthalten ist, beinahe durch 0,5 ausdrücken können: es verhält sich demnach, wenn die Volumina gleich sind, der specifische Wärmestoff im Wasser, zu dem im Quecksilber wie 1 zu 0,5.

Bestimmt man den specifischen Wärmestoff in gleichen Gewichten dieser beiden Flüßigkeiten, so wird er sich beinahe wie 1 zu 0,04 verhalten; denn in diesem Falle muß man die Zahl 0,5 mit 13,6, dem specifischen Gewichte des Quecksilbers, dividiren.

Daß unter den Körpern in Hinsicht des specifischen Wärmestoffs eine große Verschiedenheit statt findet, ergiebt sich aus folgenden Thatsachen:

1. Mischt man ein Maaß Quecksilber, dessen Temperatur 212° ist, mit einem Maaß Wasser von 32°; so wird die Temperatur der Mischung weit niedriger seyn, als das Mittel beider Temperaturen.

2. Mischt man ein Maaß Wasser von 212° mit einem Maaß Quecksilber von 32°, so wird die Tempe-

ratur der Mischung weit über dem Mittel beider Temperaturen seyn.

3. Werden zwei gleiche und ähnliche Gefäße, das eine mit heißem Wasser, daß andere mit gleich heißem Quecksilber angefüllt; so wird letzteres in der halben Zeit als ersteres erkalten.

4. Mischt man ein Maaß Schwefelsäure mit einem Maaß Wasser von derselben Temperatur, so wird die Temperatur der Mischung um 240° erhöhet werden.

Diese Thatsachen zeigen zur Genüge, daß unter den Körpern, in Hinsicht ihrer Verwandtschaft zum Wärmestoff, eine Verschiedenheit statt finde, und daß diejenigen Körper, welche die nächste Verwandtschaft zum Wärmestoff haben, unter gleichen Umständen, die größte Menge desselben enthalten; oder mit andern Worten, die größte Kapacität für den Wärmestoff, oder die meiste specifische Wärme besitzen. Man hat ferner gefunden, daß mit der Veränderung des Aggregat-Zustandes, derselbe Körper, in Hinsicht seiner Kapacität für den Wärmestoff, eine Veränderung erleide, oder daß seine Verwandtschaft mit demselben, anders ausfalle. Dieses rührt aller Wahrscheinlichkeit nach, von einer neuen Anordnung oder Lage seiner kleinsten Theilchen her, wodurch eine Abänderung in der sie umgebenden Atmosphäre der Wärme hervorgebracht wird. So nimmt die Kapacität eines festen Körpers für die Wärme zu, wenn er in einen tropfbarflüßigen Zustand übergehet, wenn gleich sein Volumen vermindert wird, welches z. B. bei dem Eis der Fall ist; und ein tropfbarflüßiger Körper, wie z. B. Wasser, erhält eine größere Kapacität für den Wärmestoff,

wenn es in eine elastische Flüßigkeit verwandelt wird. Dieser letzte Zuwachs, wird vielleicht bloß durch die Zunahme des Volumens veranlaßt, der zufolge, jeder Atom der Flüßigkeit eine größere Sphäre als vorher besitzt.

Es ist eine sehr wichtige Untersuchung: ob ein Körper, wenn er in demselben Aggregat-Zustande beharrt, durch Veränderung der Temperatur, eine Veränderung der Kapacität erfahre. Besitzt z. B. Wasser bei 32° dieselbe Kapacität für den Wärmestoff, als bei 212° und ist dieses auch der Fall, bei allen zwischen diesen Gränzen enthaltenen Graden? Dr. Crawford, und die meisten Schriftsteller, nach ihm, behaupten, daß die Kapacitäten der Körper unter solchen Umständen, beinahe beständig sind. Für einen ersten Entwurf der Wissenschaft mag dieses zuläßig seyn; es ist jedoch erforderlich, wofern es irgend möglich ist, auszumitteln, ob die geringe Veränderung der Kapacität, welche durch die Temperatur herbeigeführt wird, von der Art sey, daß dadurch die Kapacität vermehrt, oder vermindert werde; ferner, ob diese Vermehrung oder Verminderung gleichförmig sey, oder einem andern Gesetze folge. Bis dieser Punkt ausgemacht ist, ist es von wenigem Nutzen, Wasser von 31° und 212° in der Absicht, um dadurch die wahre und mittlere Temperatur zu erhalten, zu vermischen.

Daß mit der Temperatur, die Kapacität des Wassers für den Wärmestoff zunehme, ist meines Erachtens aus folgenden Gründen erweislich: 1. Das Volumen der Mischung welche erhalten wird, wenn ein Maaß Wasser von irgend einer Temperatur, mit einem Maaß Wasser von einer andern Temperatur vermischt wird, ist kleiner als die Summe der Volumen beider Maaße.

Nun ist aber die Verdichtung des Volumens ein sicheres Kennzeichen von der Verminderung der Kapacität und der Zunahme der Temperatur; diese Verdichtung sey die Wirkung chemischer Kräfte, welches z. B. der Fall ist, wenn man Wasser mit Schwefelsäure vermischt, oder es sey Folge eines mechanischen Druckes, wie bei elastischen Flüßigkeiten. 2. Verändert derselbe Körper plötzlich seine Kapacität, durch Veränderung seines Aggregat-Zustandes, so ist dieses stets, wenn die Temperatur wächst, von einer geringeren zu einer größeren; wie z. B. Eis, Wasser und Dünste. 3. Dr. Crawford spricht es als Resultat seiner eigenen Versuche aus, daß bei der verdünnten Schwefelsäure, und den meisten andern Flüssigkeiten, welche er der Untersuchung unterwarf, mit Zunahme der Temperatur, auch eine Zunahme der Kapacität für den Wärmestoff vergesellschaftet war.

Räumt man die Stärke dieser Gründe ein, so folgt, daß wenn man Wasser von 32° und 212° vermischt, und die Mischung eine Temperatur von 119°, nach dem gewöhnlichen Thermometer zeigt, daß die wahre mittlere Temperatur irgendwo unterhalb dieses Grades liege. Ich habe schon die Gründe angegeben, warum ich das Mittel bei 110° setze.

Was die Frage betrifft: ob das Wasser gleichförmig, oder nach einem andern Gesetz seine Kapacität verändere, so bin ich geneigt zu glauben, daß man die Zunahme in dieser Hinsicht, ziemlich genau der Zunahme des Volumens proportional finden werde, und dem zufolge, würde sie bei 212° viermal so groß, als bei der mittleren Temperatur seyn. Vielleicht können die

Ausdrücke für das Volumen, zugleich für die Kapacität dienen; wäre dieses der Fall, so würden die Verhältnisse der Kapacitäten bei 32°, 122° und 212° der neuen Skale durch 22, 22¼ und 23 bezeichnet werden. Ich sollte jedoch glauben, daß die Verhältnisse der Gleichheit sich mehr nähern, und daß die Zahlen 200, 201 und 204 der Wahrheit näher kommen. *)

Dr. Crawford bemerkte, als er bemüht war, die Genauigkeit des gewöhnlichen Thermometers zu prüfen, daß wenn gleiche Mengen Wasser von verschiedenen Temperaturen mit einander vermischt wurden, und die Thermometer stets das Mittel der Temperaturen anzeigten, dieses kein untrüglicher Beweis für ihre Genauigkeit sey. Er räumt ein, daß wenn die Kapacität des

*) In den Vorlesungen, welche ich zu Edinburgh und Glasgow in dem Frühjahre 1807 gehalten habe, stellte ich es als meine Meinung auf, daß die Kapacität des Wassers bei 32° zu der bei 212° sich wie 5 zu 6 verhalte. Diese Meinung gründete sich auf die kurz vorher von mir beobachtete Thatsache, daß ein kleines Quecksilber-Thermometer, das bei der Temperatur 32 in siedendes Wasser getaucht wurde, in 15″ auf 202° stieg; wurde dasselbe aber bei einer Temperatur von 212° in eiskaltes Wasser getaucht, so verflossen 18″ ehe es auf 42° herabsank. Da ich nun schloß, daß die Kapacitäten sich wie die zum Abkühlen erforderliche Zeiten verhalten, so bestimmte ich dem gemäß das Verhältniß von 5 zu 6.
Bei reiferer Erwägung dieses Gegenstandes überzeugte ich mich, daß dieser Unterschied, nicht sowohl durch den Unterschied der Kapacitäten, als vielmehr durch die verschiedenen Grade der Flüßigkeit veranlaßt werde. Wasser bei 212° ist flüßiger als bei 32°, und vertheilt die Temperatur mit größerer Leichtigkeit. Durch einen späteren Versuch finde ich noch überdieß, daß das Quecksilber das Thermometer doppelt so schnell abkühlt als Wasser, ob gleich seine Kapacität für den Wärmestoff nur halb so groß ist. Die Zeiten, in welchen Thermometer in Flüßigkeiten erkalten, sind demnach keine Beweise für ihren specifischen Wärmestoff.

Wassers wachsend sey, und das Quecksilber zunehmend mit der Temperatur sich ausdehne, sich eine uns täuschende Gleichung bilden lasse. Dieß ist in der That in gewissem Grade der Fall, und er scheint selbst dadurch getäuscht worden zu seyn. Die wachsende Kapacität des Wassers, ist jedoch, wie sich aus nachstehendem Versuche ergeben wird, keineswegs hinreichend, der zunehmenden Ausdehnung des Quecksilbers das Gleichgewicht zu halten.

Ich nahm ein Gefäß von verzinntem Eisenblech, dessen Kapacität gleich zwei Unzen Wasser gefunden wurde. In dieses schüttete ich 58 Unzen Wasser, so daß nun das Ganze (Gefäß und Inhalt) gleich 60 Unzen Wasser gesetzt werden konnte. Nachdem das Wasser auf eine bestimmte Temperatur gebracht worden, wurden zwei Unzen Eis in dasselbe gethan und zum Schmelzen gebracht. Die Temperatur wurde dann folgendermaßen gefunden:

60 Unzen Wasser von 212° + 2 Unzen Eis von 32° gaben . . . . $200^{\circ}\frac{1}{2}$

60 Unzen Wasser von 130° + 2 Unzen Eis von 32° gaben . . . . 122°

60 Unzen Wasser von 50° + 2 Unzen Eis von 32° gaben . . . . 45°,3

Dem ersten dieser Versuche zufolge, verloren von 30° Theilen Wasser jeder $11^{\circ}\frac{1}{2}$, oder zusammen 345°, und 1 Theil Wasser von 32° gewann $168^{\circ}\frac{1}{2}$: der Unterschied $345^{\circ} - 168^{\circ}\frac{1}{2} = 176^{\circ}\frac{1}{2}$, drückt die Anzahl der Grade der Temperatur (so wie sie zwischen 200 und 212 der alten Skale gefunden werden) aus, welche in das Eis dessen Temperatur 32° ist, eindringen, um es in Wasser von 32° zu verwandeln. Stellt man eine ähnliche Berechnung

für die beiden andern Versuche an; so findet man im zweiten 150° und im dritten 128°. Diese drei Zahlen, welche als Resultat erhalten wurden, stehen beinahe in dem Verhältnisse wie 5 zu 6 zu 7. Hieraus folgt, daß eben so viel Wärme erfordert werde, um in den niedrigeren Graden der ältern Skale Wasser um 5° zu erheben; als nöthig ist, es in den höheren um 7° und in den mittleren um 6° zu erheben. *)

Methoden, die specifische Wärme der Körper zu finden.

Das leichteste Verfahren den specifischen Wärmestoff solcher Körper, welche keine chemische Verwandtschaft zum Wasser haben, zu finden, ist die, daß man gleiche Gewichte Wasser und des zu untersuchenden Körpers, nachdem man vorher die Temperaturen beider Substanzen genau bestimmt hat, mit einander vermischt, und die Temperatur der Mischung bemerkt. Mischt man z. B. ein Pfund Wasser von 32° mit einem Pfunde Quecksilber von 212° und wartet man ab, bis das die Mischung eine gleichförmige Temperatur angenommen hat, so wird die Temperatur des Wassers um m Grad erhöht, und die des Quecksilbers um n Grad erniedrigt werden; und der specifische Grad von Wärmestoff beider Körper, oder ihre Kapacitäten, werden sich umgekehrt wie jene Größen verhalten; oder es wird sich verhalten:

*) Vielleicht dienen die obenstehenden Resultate dazu, die so abweichenden Angaben verschiedener Naturforscher (über die unschicklich so genannte) verborgene Wärme im Wasser zu erklären. Betreffend die Lehre von Black über die verborgene Wärme, sehe man eine vortrefliche Anmerkung in Leslie's Inquiry p. 529.

n : m = specifischer Wärmestoff des Wassers : specifischem Wärmestoff des Quecksilbers.

Auf diesem Wege näherten sich Black, Irvine, Crawford und Wilcke den Kapacitäten der verschiedenen Körper. Körper, welche eine Verwandtschaft zum Wasser haben, können im Gefäße, deren Kapacität für den Wärmestoff man kennt, eingeschlossen, und in diesem Zustande in Wasser getaucht werden, wo dann, wie im vorigen Falle, die den Umständen zufolge stattfindende Erhöhung oder Erniedrigung der Temperatur bemerkt werden kann.

Gegen das auf dem angeführten Wege erhaltene Resultat lassen sich zwei Einwendungen machen: 1) gehen die verschiedenen Naturforscher, welche sich mit diesem Gegenstande beschäftigen, von der Voraussetzung aus, daß die Kapacitäten der Körper, so lange als diese den Aggregat-Zustand nicht verändern, beständig sind; oder mit andern Worten, daß der specifische Wärmestoff genau im Verhältnisse mit den Temperaturen stehen; und 2) daß das gewöhnliche Quecksilber-Thermometer ein richtiges Prüfungsmittel der Temperaturen sey. Es ist aber gezeigt worden, daß keine dieser Voraussetzungen sich verbürgen lasse.

Der Calorimeter von Lavoisier und Laplace war eine scharfsinnige Einrichtung um den specifischen Wärmestoff der Körper zu erforschen. Dieses Werkzeug gründete sich darauf, daß man die Menge Eis, die ein bis auf eine gewisse Temperatur erhobener Körper zu schmelzen vermochte, bestimmte. Er war demnach nicht dem zweiten oben aufgestellten Einwurfe ausgesetzt. Un-

glücklicher Weise scheint dieses Werkzeug bei der Ausübung nicht ganz die Hoffnungen erfüllt zu haben.

Mayer versuchte die Kapacitäten des getrockneten Holzes dadurch zu bestimmen, daß er beobachtete, wieviel Zeit verfloß, um bestimmte gleiche Volumina desselben um dieselbe Anzahl von Graden abzukühlen. Diese Zeiten betrachtete er den Kapacitäten, Volumen für Volumen, proportional; und wenn die Zeiten durch die specifischen Gewichte getheilt wurden, so stellte der Quotient die Kapacitäten gleicher Gewichte dar. Leslie hat seit dieser Zeit ein ähnliches Verfahren für die tropfbaren Flüßigkeiten empfohlen, und hat uns die Resultate seiner Versuche mit fünf derselben mitgetheilt. Meinen eigenen Versuchen zufolge, bin ich geneigt, dieses Verfahren als eines, welches einer großen Genauigkeit fähig ist, anzunehmen. Die Zeiten, in welchen Körper unter gleichen Umständen erkalten, scheint auf diesem Wege sich mit ungewöhnlicher Schärfe ausmitteln zu lassen, und da sie meistentheils sehr verschieden sind, so ist ein kleiner Irrthum von geringen Folgen. Die Resultate stimmen auch mit denen, welche durch Vermischung der Substanzen erhalten werden überein; und sie haben den Vortheil, daß sie durch keinen Irrthum der Thermometer-Skale afficirt werden.

Die Formeln, welche die Erscheinungen der specifischen Wärme der Körper darlegen, werden am besten durch Betrachtung zylindrischer Gefäße mit ungleichen Grundflächen (Man sehe Tafel I. Fig. I.) gefaßt. Man denke sich, die Wärme durch ein Quantum Flüßigkeit in jedem Gefäße, und die Temperatur durch die Höhe

der Flüßigkeit im Gefäße dargestellt; während die Grundfläche das Zero oder die gänzliche Beraubung der Wärme bezeichnet; so wird der specifische Wärmestoff der Körper bei irgend einer gegebenen Temperatur x, durch das Produkt aus den Höhen oder Temperaturen x in die verschiedenen Grundflächen ausgedrückt werden können. Dieser specifische Wärmestoff verschiedener Körper wird sich direkt wie die Grundflächen, oder wie die Inkremente der Wärme welche erfordert werden, um gleiche Veränderungen der Temperatur hervorzubringen, verhalten.

Es mögen w und W die Gewichte zweier kalten und heißen Körper bezeichnen; c und C ihre Kapacitäten für den Wärmestoff bei derselben Temperatur, (oder die Grundflächen der Zylinder); d sey die Differenz der Temperaturen beider Körper vor der Mischung, in Graden ausgedrückt; m drücke die Zunahme der Temperatur des kälteren Körpers aus, und n die Abnahme der Temperatur des wärmeren Körpers nach der Vermischung (vorausgesetzt, daß sie keine chemische Einwirkung auf einander haben); so erhalten wir folgende Gleichungen.

1) $m + n = d$

2) $m = \frac{WCd}{wc + WC}$

3) $C = \frac{wcm}{Wn}$

4) $c = \frac{WCn}{wn}$

Wenn $C = c$, so ist 5) $m = \frac{Wd}{W + w}$

Wenn $W = w$, so ist 6) $C = \frac{cm}{n}$

Um das Zero, oder den Punkt der absoluten Beraubung der Temperatur, aus Beobachtungen über die Veränderungen der Kapacität desselben Körpers zu finden, setze man c = der geringeren und C = der größeren Kapacität; m = der Anzahl von Graden der geringeren Kapacität, welche erfordert werden, die Veränderung in gleichen Gewichten hervorzubringen; n die Anzahl von Graden der größren Kapacität; x = der ganzen Anzahl von Graden der Temperatur herab bis auf Null, dann hat man:

$$7)\ Cx - cx = Cn = cm$$

$$7)\ x = \frac{Cn}{C - c} = \frac{cm}{C - c}$$

Will man das Zero durch Vermischung zweier Körper derselben Temperatur, welche chemisch auf einander wirken und eine Veränderung der Temperatur hervorbringen, finden; so lasse man w, W, c, C und x dasselbe, wie vorher bedeuten; M bezeichne die Kapacität der Mischung und n die Anzahl von Graden Wärme oder Kälte, welche erzeugt wurden; dann wird die Menge des Wärmestoffs in beiden Körpern seyn = $(cw + CW)\ x = (w + W)\ Mx \pm (w + W)\ Mn$.

$$9)\ \text{und}\ x = \frac{(w + W)\ Mn}{(cw + CW) - (w + W)\ M}$$

Es ist zu bedauren, daß seit den jüngst verfloßenen funfzehn Jahren, so wenige Verbesserungen in diesem Theile der Wissenschaft gemacht worden sind. Einige der früheſten und unrichtigsten Resultate dringt man dem Lehrlinge auf; ungeachtet eine auch nur oberflächliche Reflektion das Irrige derselben zeigt. Ich habe eine

große Anzahl von Versuchen angestellt, in der Absicht die Tabellen über den spezifischen Wärmestoff der Körper zu erweitern, noch mehr aber, um sie zu berichtigen. Es wird nicht undienlich seyn, einige hieher gehörende Umstände anzuführen.

Zu den Versuchen mit tropfbaren Flüßigkeiten bediente ich mich eines eiförmigen, dünnen, gläsernen Gefäßes, welches acht Unzen Wässer fassen konnte. Dieses wurde mit einem durchbohrten Korke verschlossen. Durch die Hölung des Korkes war die Röhre eines sehr empfindlichen Thermometers geführt, in welche zwei Zeichen (die sich beide außerhalb des Gefäßes und des Korkes befanden) mit einer Feile, das eine bei 92°, das andere bei 82° eingeschnitten waren. Befand sich der Kork in dem Halse des Gefäßes, so nahm die Kugel des Thermometers genau die Mitte des innern Raumes ein.

Bei Anstellung der Versuche, wurde das Gefäß mit derjenigen Flüßigkeit die man zu untersuchen willens war, angefüllt, und etwas über 92° erhitzt; es wurde hierauf in der Mitte des Zimmers aufgehängt, und die Zeit genau bemerkt, wenn das Thermometer 92° und dann wieder wann es 82° zeigte. Ein anderes Thermometer zeigte zu gleicher Zeit die Temperatur des Zimmers an. Die Kapacität des gläsernen Gefäßes für den Wärmestoff, wurde gleich $\frac{2}{3}$ Unzen Wasser gefunden.

Das mittlere Resultat aus verschiedenen Versuchen war folgendes:

Die Luft im Zimmer war 52°	Minuten.
Wasser erkaltete von 92° bis auf 82°, in .	29
Milch (1,026)	29

	Minuten.
Auflösung des kohlensauren Kali (1,30) erkaltete von 92° bis auf 82°, in	$28\frac{1}{2}$
Auflösung des kohlensauren Ammoniums (1, 035)	$28\frac{1}{2}$
Ammoniumauflösung (0,948)	$28\frac{1}{2}$
Gemeiner Weinessig (1,02)	$27\frac{1}{2}$
Auflösung des Kochsalzes 88 W. + 32 S. (1,197)	27
Auflösung des weichen Zuckers 6 W. + 4 Z. (1,17)	$26\frac{1}{4}$
Salpetersäure (1,20)	$26\frac{1}{2}$
Salpetersäure (1,30)	$25\frac{1}{2}$
Salpetersäure (1,36)	25
Schwefelsäure (1,844) und Wasser von beiden ein gleiches Volumen (1,535)	$23\frac{1}{2}$
Salzsäure (1,53)	21
Essigsänre (1,056) aus essigsaurem Kupfer .	21
Schwefelsäure (1,844)	$19\frac{1}{2}$
Alkohol (0,85)	$19\frac{1}{2}$
dito (0,817)	$17\frac{1}{2}$
Schwefeläther (0,76)	$15\frac{1}{2}$
Wallrathöl (0,87)	14

Diese Zeiten würden genau den specifischen Wärmestoff der verschiedenen Körper ausdrücken, wofern der Wärmestoff des gläsernen Gefäßes nicht müßte in Erwägung gezogen werden. Da aber sein specifischer Wärmestoff gleich der Menge desselben, welche in $\frac{2}{3}$ Unzen Wasser, oder $\frac{4}{3}$ Unzenmaaß Oel enthalten ist, gefunden wurde; so leuchtet es ein, daß die Wärme, welche sich im ersten Versuche entwickelte, als aus $8\frac{2}{3}$ Unzen Wasser, und im letzten als aus $9\frac{1}{3}$ Unzenmaaß Oel kommend, betrachtet werden muß. In dieser Hinsicht,

werden die Zahlen, welche unterhalb 29 fallen, eine kleine Reduktion erfahren müssen, ehe man sie, als den richtigen Ausdruck der Zeiten, welche gleiche Volumina der verschiedenen Flüßigkeiten erfordern, betrachten kann. In dem letzten Versuche wird die Reduktion eine Minute, in allen vorhergehenden wird sie weniger betragen.

Es wird zweckmäßig seyn, zu bemerken, daß die oben aufgestellten Resultate, nicht auf einem einzigen Versuche mit den verschiedenen Gegenständen beruhen; die meisten wurden mehrere Mal wiederhohlt, und der Unterschied in der Zeit des Abkühlens, wurde nicht größer, als eine halbe Minute gefunden; in der. That, fand im Allgemeinen, kein merklicher Unterschied statt. War die Temperatur der Luft in einigen Fällen etwas über oder unter 52°, so wurden die nöthigen Correktionen gemacht.

Ich fand den specifischen Wärmestoff des Quecksilbers bei der Vermischung mit Wasser und durch die Zeit des Abkühlens in einem kleineren Gefäße, als das oben angegebene, im Verhältniß gegen den eines gleichen Volumen Wasser nahe wie 0, 55 zu 1.

Der specifische Wärmestoff der Metalle und anderer Körper, wurde von mir, nach dem von Wilcke und Crawford befolgten Verfahren bestimmt. Ich verschaffte mir ein becherförmiges Gefäß von sehr dünnem Glase, mit einem kleinen Griff, und bestimmte seine Kapacität für den Wärmestoff, hierauf schüttete ich soviel Wasser in dasselbe, daß wenn die specifische Wärme des Gefäßes berücksichtigt wurde, der specifische Wärmestoff des Ganzen, soviel betrug, als der einer Wassermenge,

welche mit dem festen Körper ein gleiches Gewicht hatte. Die Temperatur des festen Körpers wurde auf 212° gebracht, und derselbe schnell in das Wasser getaucht, und es wurde, zufolge der sechsten Formel geschlossen: daß sich der specifische Wärmestoff gleicher Gewichte des festen Körpers und des Wassers, umgekehrt wie die Veränderungen der Temperatur welche sie erfahren, verhalte. Einige Korrektionen, wurden wegen der fehlerhaften Angaben des gewöhnlichen Thermometers, dessen ich mich bei diesen Versuchen bediente, gemacht.

Die festen Körper, mit denen von mir Versuche angestellt wurden, waren: Eisen, Kupfer, Blei, Zinn, Zink, Antimonium, Nickel, Glas, Steinkohlen u. s. w. Die Resultate unterscheiden sich wenig von denen, welche Wilcke und Crawford erhalten hatten. Die von ihnen angegebene Zahlen können demnach ohne wesentlichen Irrthum so lange als richtig angenommen werden, bis man eine größere Genauigkeit erreichen kann.

In nachstehender Tabelle, habe ich die Angaben nicht weiter, als auf zwei Decimalstellen berechnet; weil die bisherige Erfahrung keine weitere Ausführung verbürgt. Die erste Decimalstelle kann als völlig genau angesehen werden; die zweite im Allgemeinen. In einigen wenigen Fällen, mag ein Irrthum der 0,01 bis 0,02 beträgt, sich eingeschlichen haben. Diese Bemerkung erstreckt sich jedoch nicht auf den specifischen Wärmestoff der Gasarten, nach Crawford's Angabe, worüber ich in der Folge noch einige Bemerkungen machen werde.

Tabelle über den specifischen Wärmestoff.

Gasarten.	Gleiche Gewichte	Gleiche Volumina.
Wasserstoffgas	21,40*	0,002
Sauerstoffgas	4,75*	0,006
Atmosphärische Luft . . .	1,79*	0,002
Kohlensaures Gas . . .	1,05*	0,002
Stickgas	0,79*	0,001
Wasserdunst.	1,55*	0,002
Tropfbare Flüßigkeiten.		
Wasser	1,00	1,00
Arterielles Blut . . .	1,03*	
Milch (1,026) . . .	0,98	1,00
Kohlensaures Ammonium (1,035)	0,95	0,98
Kohlensaures Kali (1,30) . .	0,75	0,98
Auflösung des Ammoniums (0,948)	1,03	0,98
Gemeiner Weinessig (1,02) .	0,92	0,94
Venöses Blut	0,89*	
Auflösung von Kochsalz (1,197) .	0,78	0,93
Auflösung von Zucker (1,17) .	0,77	0,90
Salpetersäure (1,20) . . .	0,76	0,96
Salpetersäure (1,30) . . .	0,68	0,88
Salpetersäure (1,36) . . .	0,63	0,85
Salpetersaure Kalkerde (1,40) .	0,62	0,87
Schwefelsäure und Wasser, gleiche Volumina	0,52	0,80
Salzsäure (1,153) . . .	0,60	0,70
Essigsäure (1,056) . . .	0,66	0,70
Schwefelsäure (1,844) . .	0,35	0,65
Alkohol (0,85)	0,76	0,65
dito (0,817)	0,70	0,57
Schwefeläther (0,76) . .	0,66	0,50
Wallrathöl (0,87) . . .	0,52	0,45
Quecksilber	0, 0	0,55
Feste Körper.		
Eis	0,90?	0,83
Getrocknete Hölzer und andere vegetabilische Substanzen von 0, 45 bis	0,95	

	Gleiche Gewichte	Gleiche Volumina.
Kalkerde	0,30	
Steinkohle (1,27) . . .	0,28	0,36
Holzkohle	0,26*	
Kohlensaure Kalkerde . .	0,27	0,67
Kalkhydrat	0,25	
Flintglas (2,87) . . .	0,19	0,55
Kochsalz	0,23	
Schwefel	0,19	
Eisen	0,13	1,00
Messing	0,11	0,97
Kupfer	0,11	0,96
Nickel	0,10	0,78
Zink	0,10	0,69
Silber	0,08	0,84
Zinn	0,07	0,51
Antimonium	0,06	0,40
Gold	0,05	0,97
Blei	0,04	0,45
Wismuth	0,04	0,40

Die Oxyde der Metalle übertreffen, den Erfahrungen von Crawford zufolge, die Metalle selbst.

Bemerkungen über diese Tabelle.

Die Artikel, welche mit einem Sternchen bezeichnet sind, rühren von Crawford her. Ungeachtet des Scharfsinnes und der Geschicklichkeit, welche er bei seinen Versuchen über die Kapacität der elastischen Flüßigkeiten bewiesen hat, ist dennoch Grund zu glauben, daß seine Resultate sich der Wahrheit nicht sehr nähern. Wir können da keine Genauigkeit erwarten, wo nach einem mühsamen und verwickelten Prozeß, es auf die Beobachtung von $\frac{1}{10}$ oder $\frac{2}{10}$ Graden der Temperatur ankommt. Er hat allerdings großes Verdienst, daß er den

Versuch gemacht hat. Der Unterschied zwischen dem venösen und arteriellen Blut, auf welchen er das schöne System der thierischen Wärme gegründet hat, ist merkwürdig und verdient weiter untersucht zu werden.

Aus den beobachteten Kapacitäten des Wassers, der Auflösung des Ammoniums und der brennbaren Körper, von denen der Wasserstoff einen Bestandtheil ausmacht, verbunden mit dem geringen specifischen Gewichte desselben, scheint es wohl keinem Zweifel unterworfen zu seyn, daß dieser elementarische Stoff viele andere Körper in Hinsicht der Menge des specifischen Wärmestoffs übertreffe. Höchst wahrscheinlich nehmen Sauerstoff und Stickstoff, wie das Wasser und Ammonium es andeuten, eine hohe Stelle ein; allein da die Zusammensetzung aus diesen beiden Elementen, welche unter dem Nahmen der Salpetersäure bekannt ist, so niedrig im Vergleich derjenigen Zusammensetzungen, welche die Elemente derselben, mit dem Wasserstoff bilden, (wie z. B. des Wassers und Ammoniums) zu stehen kommt, so muß man schließen, daß die Superiorität der beiden letzten Zusammensetzungen, vorzüglich von dem in ihnen enthaltenen Wasserstoffe herrühre. Die elementarischen Stoffe, der Kohlenstoff und Schwefel, nehmen eine ausgezeichnet niedrige Stelle ein, und führen diese ihre Eigenschaft in die Zusammensetzungen in welche sie eingehen: als Oel, Schwefelsäure u. s. w. mit hinüber.

Das Wasser scheint unter allen bisher bekannten reinen tropfbaren Flüßigkeiten, man mag es mit gleichen Gewichten oder mit gleichem Volumen anderer Körper vergleichen, die größte Kapacität für den Wärmestoff zu

besitzen. Es ist in der That zweifelhaft, ob irgend ein anderer fester oder tropfbarflüßiger Körper mehr Wärmestoff als ein ihm gleiches Volumen Wasser bei derselben Temperatur enthalte. Die große Kapacität des Wassers entstehet, aus der großen Verwandtschaft, welche seine beiden Elemente, Wasserstoff und Sauerstoff, zum Wärmestoff haben. Daher kommt es, daß Auflösungen der Salze in Wasser, in der Regel weniger Wärmestoff in einem gegebenen Volumen, als reines Wasser enthalten; denn Salze vermehren sowohl die Dichte als das Volumen des Wassers, und da sie meistentheils eine geringe Kapacität für den Wärmestoff haben, so vermehren sie das Volumen des Wassers nach einem größeren Maaßstabe, als sie verhältnißmäßig den Wärmestoff vermehren.

Das reine Ammonium scheint sehr viel specifischen Wärmestoff zu besitzen, wenn man nach der wäßrigen Auflösung, welche nur ungefähr 10 Procent enthält, schließt. Ließ es sich rein in tropfbarflüßigem Zustande darstellen, so würde es wahrscheinlich das Wasser in dieser Rücksicht übertreffen.

Die Zusammensetzungen aus Wasserstoff und Kohlenstoff, welche unter den Karakteren von Oel, Aether und Alkohol vorkommen, so wie die Hölzer, stehen alle den beiden genannten nach; der Grund hievon scheint der zu seyn, daß die Kohle ein Element ist, das den specifischen Wärmestoff in nur geringer Menge enthält.

Die Säuren bilden in Ansehung ihrer specifischen Wärme eine interessante Klasse von Körpern. Lavoisier ist der einzige, dessen Angabe, in Ansehung der Salpetersäure, beinahe correkt ist, er findet den specifischen

Wärmestoff dieser Säure, die ein specifisches Gewicht gleich 1,3 hat, 0,66; dieses finde ich im Vergleich mit einigen andern seiner Resultate, eher etwas zu gering. Es ist merkwürdig, daß das Wasser in einer Säure von der angegebenen Stärke 63 Proeent beträgt, und daß dieses nahe so viel Wärmestoff enthalten muß, als in der Zusammensetzung angetroffen wird; es scheint demnach, daß die Säure bei ihrer Verbindung mit Wasser den größten Theil ihres Wärmestoffes verliert.

In einem noch auffallenderen Grade findet dieses bei der Salzsäure statt, welche 80 Procent Wasser enthält, und deren specifischer Wärmestoff nur 0, 60 beträgt, wo demnach nicht allein der Wärmestoff der gasförmigen Säure, sondern ein Theil des im Wasser enthaltenen Wärmestoffs bei der Vereinigung entwichen ist. Dieß erklärt die große Hitze, welche erzeugt wird, wenn man dieses saure Gas mit Wasser vereinigt.

Mehrere haben den specifischen Wärmestoff der Schwefelsäure, der Wahrheit sehr angemessen, angegeben. — Gadolin und Leslie bestimmen ihn gleich 0, 34; Lavoisier 0,32+. Crawford findet ihn 0,43, er bediente sich aber wahrscheinlich einer verdünnten Säure.

Der gemeine Weinessig, welcher Wasser mit 4 bis 5 Procent Säure ist, unterscheidet sich in Ansehung des specifischen Wärmestoffs nicht wesentlich vom Wasser; man hat denselben gleich, 0,39 und 0,10 bestimmt, allein dergleichen Resultate verdienen keine Aufmerksamkeit. Die Essigsäure, deren ich mich bediente, enthielt 33 Procent reine Säure, diese Säure treibt demnach, indem sie sich mit dem Wasser verbindet, viel Wärme aus.

Den Bestimmungen von Lavoisier und Crawford zufolge, ist der specifische Wärmestoff des gebrannten Kalkes 0,22; ich glaube, daß diese Angabe zu klein ist. Ich finde, daß wenn gebrannter Kalk in einem Gefäß eingeschlossen, in Wasser getaucht, oder mit Oel vermischt wird, er eben so viel, oder mehr Wärme als kohlensaure Kalkerde mittheile. Kalkhydrat (d. i. Kalk 3 Theile und Wasser 1 Theil, oder trockener gelöschter Kalk) enthält nach Gadolin 0,28 specifischen Wärmestoff: bei meinem ersten Versuchen fand ich denselben 0,25; allein in der Folge überzeugte ich mich, daß diese Angabe zu klein sey. Dieser Gegenstand wird in einem der folgenden Abschnitte wieder vorgenommen werden.

Vierter Abschnitt.

Theorie des specifischen Wärmestoffs elastischer Flüßigkeiten.

Seitdem der vorhergehende Abschnitt gedruckt war, habe ich einige Zeit darauf verwandt, die Zusammensetzung der elastischen Flüßigkeiten in Hinsicht des Wärmestoffs zu erforschen. Die bisher erhaltenen Resultate sind unzuverläßig; allein es ist schwer Versuche auszudenken und auszuführen, gegen welche sich weniger Erinnerungen, als gegen die von Crawford machen ließen. Es ist jedoch von äußerster Wichtigkeit den specifischen Wärmestoff elastischer Flüßigkeiten genau zu kennen, weil die Erscheinungen des Verbrennens und des Wärmestoffs im Allgemeinen, folglich ein großer Theil der chemischen Wirksamkeit, damit unmittelbar verbunden sind.

Wenn man von der Unsicherheit der Crawfordschen Resultate über den specifischen Wärmestoff elastischer Flüßigkeiten spricht, so ist damit keinesweges gemeint, daß alle dieselben auf gleiche Art unrichtig wären. Die wiederholten Versuche über den Wärmestoff, welcher bei dem Verbrennen des Wasserstoffs frei wird, in welchen man fand, daß 11 Maaß der gemischten Gasarten, wenn sie durch den elektrischen Funken entzündet wurden, die Temperatur von 20,5 Maaß Wasser um

2°, 4 erhöhten, ließen einen hohen Grad von Genauigkeit zu, und verdienen demnach Glauben. Die komparative Wärme der atmosphärischen Luft und des Wassers, welche auf der Beobachtung von beinahe $\frac{1}{4}$ Grad der Temperatur beruhte, ist wahrscheinlich nicht weit von der Wahrheit entfernt; allein die sehr kleinen Unterschiede in der Wärme, welche gleiche Volumina Sauerstoffgas, Wasserstoffgas, kohlensaures Gas, Stickgas und atmosphärische Luft mittheilten, verbunden mit der großen Wichtigkeit dieser Unterschiede bei der Berechnung, machen die Resultate sehr unsicher. Crawford bemerkt sehr richtig, daß wenn man voraussetzt, die Wärme, welche durch gleiche Volumina dieser Gasarten mitgetheilt werde, sey gleich; so verändere dieses seine Theorie nicht. Dieser Ansicht zufolge, mußte er den Wärmestoff das Sauerstoffgas in Vergleich mit gleichen Gewichten kohlensaurem Gas, Wasserdunst und Stickgas, oder phlogistisirten Luft, wie sie damals genannt wurde, weil man sich vorstellte, sie sey dem Sauerstoffgas oder der dephlogistisirten Luft entgegengesetzt, sehr hoch annehmen. Zwar sind seine Deduktionen das Stickgas betreffend, mit seinen Versuchen nicht verträglich: denn er nimmt auf Versuch 12 und 13, welche die einzigen direkten für diesen Zweck sind, nicht Rücksicht; sondern folgert den Wärmestoff des Stickgas aus dem beobachteten Unterschiede zwischen dem des Sauerstoffgas und der atmosphärischen Luft. Das Resultat ist, daß derselbe nicht völlig halb so groß sey, als der Wärmestoff der atmosphärischen Luft; während dem dreizehnten Versuche zufolge, kaum ein bemerkbarer Unterschied unter ihnen

wahrgenommen wurde. Crawford's Angabe ist demnach aller Wahrscheinlichkeit nach, viel zu klein; allein sein Irrthum in dieser Hinsicht, welcher er auch seyn mag, hat auf sein System keinen Einfluß.

Erwägen wir, daß alle elastische Flüßigkeiten gleichförmig durch die Wärme ausgedehnt werden, und daß dieses weder bei den festen, noch bei den tropfbarflüßigen Körpern der Fall ist; so scheint es, daß es leichter seyn müsse, ein allgemeines Gesetz für die Affektion elastischer Flüßigkeiten durch Wärme abzuleiten, und daß dieses einfacher ausfallen werde, als bei festen und tropfbarflüßigen Körpern. — Es giebt in Hinsicht der elastischen Flüßigkeiten drei Sätze, welche verdienen erörtert zu werden:

1. Gleiche Gewichte elastischer Flüßigkeiten können unter ähnlichen Umständen der Temperatur und des Druckes dieselbe Menge von Wärmestoff enthalten.

Mehrere Thatsachen stehen dieser Hypothese entgegen: Wasserstoff und Sauerstoff lassen bei ihrer Vereinigung eine große Menge Wärmestoff fahren, obgleich dadurch Wasserdunst gebildet wird, welcher gleichfalls eine elastische Flüßigkeit, von demselben Gewichte, als dem der ihn bildenden Elemente ist. Salpetergas und Sauerstoffgas verbinden sich unter ähnlichen Umständen. Die Kohlensäure wird durch Verbindung der Kohle — einer Substanz, welche sehr wenig specifischen Wärmestoff enthält — mit Sauerstoff gebildet. Es wird eine beträchtliche Menge Wärme frei, welche vorzüglich von dem Sauerstoff herrühren muß; enthält demnach die Kohle wenig Wärmestoff, und läßt das Sauerstoffgas, bei seiner Ver-

bindung mit derselben, einen Theil Wärmestoff fahren, so muß die Kohlensäure weit weniger Wärmestoff als ein gleiches Gewicht Sauerstoffgas enthalten.

2. Gleiche Volumina elastischer Flüßigkeiten können bei demselben Druck und derselben Temperatur, gleiche Mengen Wärmestoff enthalten.

Dieses scheint mehr für sich zu haben; die Verminderung des Volumens, welche statt findet, wenn ein Gemenge aus Wasserstoffgas und Sauerstoffgas in Wasserdunst verwandelt wird, kann durch eine verhältnißmäßige Verminderung der absoluten Wärme veranlaßt werden; dasselbe könnte man von der Verbindung des Salpetergas mit dem Sauerstoffgas sagen. Die kleinen Verschiedenheiten, welche Crawford wahrnahm, konnten durch die Verwickelung seiner Versuche veranlaßt werden.

Andere Betrachtungen machen jedoch diese Hypothese sehr unwahrscheinlich, wenn sie nicht sogar den völligen Ungrund derselben darthun. Die Kohlensäure enthält ein ihr gleiches Volumen Sauerstoffgas; die Wärme, welche sie bei ihrer Bildung von sich giebt, muß demnach, dieser Hypothese zufolge, genau der ganzen Menge Wärmestoff gleich seyn, welche vorher in der Kohle enthalten war; allein die Wärme, welche sich bei dem Verbrennen eines Pfundes Kohle entwickelt, scheint wenigstens der Wärme gleich zu seyn, welche frei wird, wenn ein Quantum Wasserstoff verbrannt wird, das hinreicht ein Pfund Wasser zu bilden; und dieses Quantum beträgt so viel, oder mehr, als die Menge Wärmestoff, welche vom Wasser zurückbehalten wird; denn der Was-

serdunst

serdunst ist beinahe doppelt so dicht, als das elastische Gemenge, aus welchem er erzeugt wurde. Es müßte demnach folgen, daß die Kohle dieselbe Menge specifischen Wärmestoff als das Wasser besäße, während sie nur $\frac{1}{4}$ davon enthält. Wäre diese Hypothese richtig, so müßte sich der specifische Wärmestoff elastischer Flüßigkeiten von gleichen Gewichten, umgekehrt wie ihre specifischen Gewichte verhalten. — Würde der specifische Wärmestoff des Wasserdunstes durch 1 ausgedrückt, so würde der des Sauerstoffes 0, 64; der des Wasserstoffes 8, 4; des Stickstoffes 0, 72 und der Kohlensäure 0, 46 seyn müssen. — Allein diese Voraussetzung ist unhaltbar.

3. Die Menge Wärmestoff, welche den kleinsten Theilchen aller elastischen Flüßigkeiten angehört, muß bei demselben Druck und derselben Temperatur dieselbe seyn.

Es ist einleuchtend, daß die Anzahl der kleinsten Theilchen in einem bestimmten Gewicht oder Volumen des einen Gas, nicht dieselbe wie in einem andern Gas sey; denn wenn man gleiche Maaße Stickgas und Sauerstoffgas mit einander mengte und es bewirken könnte, daß im Augenblicke der Berührung sie sich chemisch mit einander verbänden, so würden sie nahe zwei Maaß Salpetergas bilden, welche dasselbe Gewicht hätten, als die beiden ursprünglich mit einander vermischten Maaße zusammen hätten; allein die Anzahl der kleinsten Theilchen, könnte höchstens nur halb so viel, als vor der Vereinigung betragen. Nun haben zwei elastische Flüßigkeiten, aller Wahrscheinlichkeit nach, dieselbe Anzahl von Theilchen, entweder in demselben Volumen oder in demselben

Gewichte. Man nehme demnach an: ein gegebenes Volumen irgend einer elastischen Flüßigkeit bestehet aus Theilchen, jedes derselben sey mit einer Atmosphäre Wärmestoff umgeben, und sie stoßen sich wechselseitig durch das Medium dieser Atmosphären zurück. Sie sollen sich ferner im Zustande des Gleichgewichtes unter dem Druck einer Kraft von beständiger Größe, wie die der Erdatmosphäre, befinden, und ihre Temperatur sey dieselbe wie die der umgebenden Körper. Man nehme ferner an, daß durch eine plötzliche Veränderung jedes Theilchen der Luft mit einer größern Verwandtschaft zum Wärmestoff begabt werde; es frägt sich, welche Veränderung in Folge dieser letzten Voraussetzung statt finden werde? Die einzige Antwort, welche meines Erachtens sich hierauf geben läßt, ist folgende: — Die Theilchen werden ihre respektiven Atmosphären von Wärmestoff verdichten, dadurch wird ihre wechselseitige Repulsion vermindert werden, und der äußere Druck, wird dem zufolge eine verhältnißmäßige Verdichtung des Luft-Volumens bewirken: es wird aber weder eine Zunahme, noch Abnahme in der Menge des um jedes Theilchen, oder um das Ganze angehäuften Wärmestoffs stattt finden. So wäre demnach die Richtigkeit der Hypothese, oder wie man es jetzt nennen kann, des Satzes, bewiesen.

Folgerung 1. Der specifische Wärmestoff gleicher Gewichte von irgend zwei elastischen Flüßigkeiten verhält sich umgekehrt wie die Gewichte ihrer Atome, oder kleinsten Theilchen.

2. Der specifische Wärmestoff gleicher Volumen elastischer Flüßigkeiten steht im direkten Verhältnisse ihrer

specifischen Gewichte, und im umgekehrten, der Gewichte ihrer Atome.

3. Diejenigen elastischen Flüßigkeiten, deren Atome am stärksten verdichtet sind, besitzen die stärkste Anziehung zum Wärmestoff; die größere Anziehung bewirkt eine Anhäufung von Wärmestoff in einem gegebenen Raume oder Volumen; vergrößert aber nicht die Menge des um einen einzelnen Atom angehäuften Wärmestoffs.

Vereinigen sich zwei elastische Atome durch chemische Verwandtschaft, um einen elastischen Atom zu bilden, so entweicht die Hälfte ihres Wärmestoffs. Vereinigen sich drei, so entweichen zwei Drittheile ihres Wärmestoffs u. s. w. Ueberhaupt wenn m elastische Theilchen durch chemische Verbindung auf n Theilchen reducirt werden, so verhält sich die Menge des entwichenen Wärmestoffs zu dem zurückgebliebenen wie m — n zu n.

Es möchte wohl zweckmäßig seyn, einem Einwurfe zu begegnen, den man gegen diesen Satz machen könnte: man könnte sagen, daß eine Zunahme der specifischen Anziehung jedes Atoms dieselbe Wirkung im System, wie die Zunahme des äußern Druckes hervorbringen müsse. Durch letztern wird aber, wie bekannt ist, ein Antheil des absoluten Wärmestoffs ausgepreßt, oder zum Entweichen genöthigt; erstere muß demnach dasselbe bewirken. Diese Schlußfolge muß eingeräumt werden, sie dient aber dazu, die Richtigkeit des vorhergehenden Satzes zu bestätigen. Der Wärmestoff, welcher entweicht, wenn die Dichte einer elastischen Flüßigkeit verdoppelt wird, beträgt, meinen vorhergehenden Versuchen zufolge, 50°; diese Wärme beträgt noch nicht, wie später gezeigt

werden soll $\frac{1}{100}$ des Ganzen und hat demnach auf den specifischen Wärmestoff keinen wesentlichen Einfluß: der entweichende Wärmestoff scheint bloß derjenige zu seyn, der in den Zwischenräumen, welche die kleinen kugelförmigen Theilchen der Luft zwischen sich lassen, befindlich ist; und von dem man kaum sagen kann, daß er dazu gehöre, weil man ihn gleichfalls in einem leeren, oder luftfreien Raume antrifft; wie man aus der Zunahme der Temperatur ersehen kann, welche statt findet; wenn man Luft in einen luftleeren Raum treten läßt.

Ehe sich diese Lehre zur Bestimmung des specifischen Wärmestoffs elastischer Flüßigkeiten anwenden läßt, muß erst das relative Gewicht ihrer kleinsten Theilchen ausgemittelt werden. Nimmt man hier an, was in der Folge bewiesen werden soll, daß unter der Voraussetzung, das Gewicht eines Atoms Wasserstoff sey 1, das Gewicht eines Atoms Sauerstoff gleich . 7 sey
— — — Stickstoffs — . . 5 —
— — — Salpetergas — . . 12 —
— — — oxydirten Stickgas gleich 17 —
— — — kohlensauren Gas — 19 —
— — — gasförmigen Ammonium gl. 6 —
— — — kohlenstoffhaltigen Wasserstoffgas gleich . . 7 —
— — — ölmachendem Gas gleich 6 —
— — — Salpetersäure — 19 —
— — — Kohlenstoffoxyd — 12 —
— — — schwefelhaltigen Wasserstoffgas gleich . . . 16 —
— — — Salzsäure gleich . 22 —

das Gewicht eines Atoms	Wasserdunst gleich	8	sey
— — —	Aetherdunst — .	11	—
und	Alkoholdunst — .	16	—

so läßt sich hieraus der specifische Wärmestoff der verschiedenen elastischen Flüßigkeiten, so wie es nachstehende Tabelle angiebt, bestimmen. Um eine Vergleichung mit dem des Wassers anstellen zu können, soll ferner angenommen werden; es verhalte sich der specifische Wärmestoff des Wassers zu dem des Wasserdunstes wie 6 zu 7 oder wie 1 zu 1,166.

Tabelle über den specifischen Wärmestoff der elastischen Flüßigkeiten.

Wasserstoff	9,382
Stickstoff	1,866
Sauerstoff	1,333
Atmosphärische Luft	1,759
Salpetergas	0,777
Oxydirtes Stickgas	0,549
Kohlensaures Gas	0,491
Gasförmiges Ammonium	1,555
Kohlenstoffhaltiges Wasserstoffgas	1,333
Oelmachendes Gas	1,555
Salpetersäure	0,481
Kohlenstoffoxyd	0,777
Schwefelhaltiger Wasserstoff	0,583
Salzsäure	0,424
Wasserdunst	1,166
Aetherdunst	0,848

Alkoholdunst	0,586
Wasser	1,000

Wir wollen jetzt sehen, in wiefern diese Resultate mit der Erfahrung zusammenstimmen. Es ist merkwürdig, daß die Wärme der atmosphärischen Luft, fast ganz mit dem Resultate übereinstimmt, welches Crawford bei seinen Versuchen erhielt; auch fand er den specifischen Wärmestoff des Wasserstoffs (so wie hier) größer als den irgend einer andern von ihm untersuchten Substanz; allein der des Sauerstoffs ist von ihm weit größer, der des Stickstoffs weit kleiner gefunden worden. Die Grundsätze von Crawford's Theorie der thierischen Wärme und des Verbrennens, leiden jedoch keinesweges durch diese Veränderung. Außer dem schon angeführten Grunde: daß zu vermuthen stehe, der specifische Wärmestoff des Stickstoffs sey zu gering angegeben worden, ersieht man aus der Tabelle Seite 71. daß das Ammonium welches eine Zusammensetzung ist, die aus Wasserstoff und Stickstoff bestehet, ein größeres Quantum von specifischem Wärmestoff besitze, als Wasser, welches eine ähnliche Zusammensetzung aus Wasserstoff und Sauerstoff ist.

Ueberhaupt giebt es keine völlig ausgemittelte Thatsache in Ansehung des specifischen Wärmestoffs der Körper, diese mögen elastisch oder tropfbarflüßig seyn, das soweit mir es bekannt ist, mit der oben mitgetheilten Tabelle im Widerspruche stände; und es wäre zu wünschen, daß ein dem hier angenommenen analoges Princip bald auf alle festen und tropfbar flüßigen Körper im Allgemeinen ausgedehnt würde.

Fünfter Abschnitt.

Von der Menge Wärmestoff, welche sich während des Verbrennens entwickelt.

Wenn gewisse Körper sich chemisch mit dem Sauerstoffe verbinden, so wird der Prozeß Verbrennen genannt. Gewöhnlich ist derselbe mit der Entwickelung von Wärmestoff, in Folge der verminderten Kapacität der Produkte, vergesellschaft. Die sinnreichen Versuche von Lavoisier und Laplace, welche zur Absicht hatten, die Menge Wärmestoff zu bestimmen, welche während verschiedenen Arten des Verbrennens entwickelt wird, sind nicht mit der gebührenden Aufmerksamkeit verfolgt worden. Wahrscheinlich rührte dieses davon her, daß man von der Voraussetzung ausging, es sey unumgänglich nothwendig, sich hiezu des von diesen Naturforschern gebrauchten Calorimeters zu bedienen, und zu gleicher Zeit sich für überzeugt hielt, daß man sich auf die erhaltenen Resultate nicht immer verlassen könne. Man kann jedoch, wie sich aus dem Folgenden ergeben wird, vermittelst eines sehr einfachen Apparates, wichtige Belehrungen über diesen Gegenstand hoffen.

Ich nehme eine Blase, deren Volumen, wenn sie durch Luft ausgedehnt wird, gleich 30000 Gran Wasser ist; diese wird mit irgend einer brennbaren Gasart

angefüllt, und mit einer Röhre, an welcher ein Hahn angebracht ist, versehen. Ein zweites Stück des Apparates, ist ein verzinntes Gefäß, welches 30000 Gran Wasser fassen kann, und nachdem die Kapacitäten desselben für den Wärmestoff bestimmt worden, wird so viel Wasser in dasselbe geschüttet, so daß die Kapacität des Gefäßes und des in dasselbe gegossenen Wassers zusammen gleich der Kapacität von 30000 Gran Wasser sind. Das Gas wird entzündet, die Spitze der kleinen Flamme auf die Hölung im Boden des verzinnten Gefäßes gerichtet, und damit fortgefahren, bis alles Gas verzehrt ist. Die Zunahme der Temperatur des Wassers wird hierauf sorgfältig bemerkt; es läßt sich demnach die Wirkung des Verbrennens eines gegebenen Volumen Gas, bei dem gewöhnlichen Druck und Temperatur der Atmosphäre, aus der Erhöhung der Temperatur eines gleichen Volumens Wasser finden; mit Ausnahme eines kleinen Antheils Wärmestoff, welcher (durch Ausstrahlen u. s. w. was bei dieser Methode unvermeidlich ist, und der nicht mehr als $\frac{1}{10}$ bis $\frac{1}{8}$ des Ganzen betrug) verloren ging.

Das mittlere Resultat mehrerer Versuche, mit den verschiedenen Gasarten, soll sogleich angegeben werden. Werden die Versuche mit der erforderlichen Sorgfalt angestellt, so findet kaum ein bemerkbarer Unterschied, in den Resultaten mit derselben Gasart statt. Die Spitze der Flamme muß genau den Boden des Gefäßes berühren:

Wasserstoff: des Verbrennen desselben erhöht die Temperatur eines gleichen Volumen Wassers um 4,°5

Kohlengas, oder kohlenstoffhaltiges Wasserstoffgas um 10° —
Oelmachendes Gas . . . . . . 14°
Gasförmiges Kohlenoxyd . . . . . 4,°5

Oel, Alkohol und Aether wurden in einer Lampe u. s. w. verbrannt, und es wurden folgende Wirkungen erhalten.

Das Verbrennen von 10 Gran Wallrathöl erhöhte die Temperatur von 30000 Gran Wasser, um	5°
— von Terpentinöl (wobei viel Dampf unverbrannt entwich)	3°
— Alkohol (0,817)	2,°9
— Schwefeläther	3,°1
— Talg und Wachs	5,°2
— Phosphor — 10 Gran erhitzen 30000 Gran Wasser um	3°
— Kohle	2°
— Schwefel	1°
— Kampher	3,°5
— Caoutchouc	2,°1

Die fünf zuletzt genannten Substanzen wurden auf eine schickliche Unterlage gelegt, und unter dem mit Wasser angefüllten Gefäße verbrannt. In Hinsicht der Kohle fand die Ausnahme statt, daß ein Stück derselben zum Glühen gebracht, hierauf gewogen, dann aber das Verbrennen durch ein gelindes Blasen vermittelst des Löthrohres unterhalten wurde, wodurch zugleich die Wärme möglichst dem Boden des Gefäßes zugeführt wurde. Nach Beendigung der Operation, wurde die Kohle abermals gewogen und der Verlust bemerkt. Das Resultat überstieg nie 2° für zehn Gran; gewöhnlich näherte es sich jenen Angaben aber genau.

Damit die comparativen Wirkungen deutlicher in das Auge fallen, wird es zweckmäßig seyn, die verschiedeuen Substanzen auf dasselbe Gewicht zurückzuführen, und ihnen die Menge des Sauerstoffs, welcher sich mit ihnen verband, beizufügen. Die Menge Wärmestoff, welche frei wird, läßt sich füglich durch die Anzahl Pfunde Eis, welche dadurch würden geschmolzen werden, ausdrücken; indem es als ausgemacht angesehen wird, daß das zum Schmelzen des Eises erforderliche Quantum Wärmestoff dem gleich sey, welches erfordert wird, die Temperatur des Wassers um 150°, nach der neuen Skale, zu erhöhen. Die Resultate können aus nachstehender Tabelle ersehen werden.

1 Pfd.	Wasserstoffgas verbraucht	7 Pfd.	Sauerstoffgas, erzeugt	8 Pfd. Wasser, . . .	schmilzt	320 Pfd. Eis.
—	kohlenstoffhaltiges Wasserstoffgas —	4 —	— —	5 Pfd. Wasser und Kohlensäure	—	85 — —
—	ölmachendes Gas verbraucht	3, 5 —	— —	4, 5 Pfd. Wasser . .	—	88 — —
—	gasförmiges Kohlenoxyd, verbraucht	0, 58 —	— —	1, 58 Pfd Kohlensäure .	—	25 — —
—	Oel } Wachs } Talg } verbrauchen	3, 5 —	— —	4, 5 Pfd. Wasser und Kohlensäure	—	104 — —
—	Terpenthinöl —	— —	— —	— — — — —	—	60 — —
—	Alkohol —	— —	— —	— — — — —	—	58 — —
—	Aether —	3 —	— —	4 Pfd. Wasser . . .	—	62 — —
—	Phosphor —	1, 5 —	— —	2, 5 Phosphorsäure . .	—	60 — —
—	Holzkohle —	2, 8 —	— —	3, 8 — Kohlensäure . .	—	40 — —
—	Schwefel —	— —	— —	— — Schwefelsäure . .	—	20 — —
—	Kampher —	— —	— —	— — Wasser und Kohlensäure	—	70 — —
—	Caoutchouc —	— —	— —	— — — — —	—	42 — —

Wir besitzen von Lavoisier eine ähnliche Tabelle für Wasserstoff, Phosphor, Holzkohle, Oel und Wachs, welche er nach seinen mit dem Calorimeter angestellten Versuchen entworfen hat; so wie eine von Crawford für Wasserstoff, Holzkohle, Oel und Wachs; von letzterem wurde das Verbrennen dieser Substanzen in einem vom Calorimeter verschiedenen Apparat unternommen. Reducirt man Crawford's Resultate auf die Skale, welche den Versuchen von Lavoisier zum Grunde lag, so erhält man folgende vergleichbare Uebersicht:

	nach Lavoisier.	nach Crawford.
1 Pfd. Wasserstoffgas schmolz durch Verbrennen	285 Pfd. Eis	480 Pfd. Eis.
— Phosphor . .	100 —	— —
— Holzkohle . .	96,5 —	69 —
— Wachs . .	133 —	97 —
— Oel . . .	148 —	89 —

Wasserstoffgas. Die nahe Uebereinstimmung von Lavoisier's Resultaten mit den meinigen ist ein Beweis für die Genauigkeit derselben. Nach meinem Dafürhalten hat Crawford die Menge der erzeugten Wärme zu hoch angeschlagen. Das Verfahren dessen er sich bediente, indem er die Gasarten durch den elektrischen Funken entzündete, scheint jedoch der Genauigkeit fähig zu seyn und verdient wiederhohlt zu werden. Wahrscheinlich liegt die Wahrheit in der Mitte.

Phosphor. Lavoisier's Resultat, welches weit größer als das meinige ist, muß, meinem Erachten nach,

zu groß seyn angenommen worden; ich glaube, daß 66 das größte sey, was gesetzt werden kann.

Holzkohle. Daß meine Resultate kleiner seyn würden, als die von Crawford ließ sich erwarten. Die meinigen mußten natürlicher Weise etwas zu niedrig seyn. Die von Lavoisier erhaltenen Resultate, sind hingegen sowohl in dieser, als in allen andern, diesen Gegenstand betreffenden Angaben, den Wasserstoff ausgenommen, zu groß. Ich glaube, daß auch das Resultat von Crawford zu groß ist; seine Versuche, über die durch das Athmen der Thiere hervorgebrachte Wärme, unterstützen diese Vermuthung.

Wachs und Oel. Crawford's Resultate sind etwas niedriger als meine, welches nicht der Fall seyn müßte; sie sind demnach, aller Wahrscheinlichkeit nach, kleiner, als das wahre Resultat. Lavoisier's Angabe läßt sich nicht vertheidigen. Diesem großen Naturforscher entging die Unsicherheit seiner Resultate nicht, und er drückt sich auch dem gemäß aus. Seine Vorstellung von dem im Wasserstoffgas enthaltenen Wärmestoff, welcher soviel zu der Menge, die bei dem Verbrennen desselben frei wird, beiträgt, scheint dem Gegenstande nicht ganz angemessen gewesen zu seyn. Er vergleicht, und hofft dadurch eine Gleichung zu finden, den Wärmestoff, welcher sich aus brennendem Wachs u. s. w. entwickelt, und den Wärmestoff, welcher bei dem Verbrennen eines gleichen Gewichtes Wasserstoff und Holzkohle im isolirten Zustande frei wird; dieses läßt sich aber nicht erwarten, indem sowohl Wasserstoff als Kohle im Zustande der Verbindung, weniger Wärmestoff als im isolirten

Zustande enthalten müssen; zufolge des allgemeinen Gesetzes, daß bei der chemischen Verbindung Wärme frei wird.

In der That, sowohl Lavoisier als Crawford wurden durch die Vorstellung, daß das Sauerstoffgas die einzige, oder doch vorzüglichste Quelle, des durch das Verbrennen hervorgebrachten Lichtes und Wärmestoffs sey, einigermaßen irre geführt. Bei dem letzteren muß man sich hierüber um so mehr verwundern, da er gezeigt hat, daß das Wasserstoffgas, einer der am häufigsten und in der reichlichsten Menge vorkommenden Brennstoffe, beinahe fünfmal so viel Wärmestoff, als ein gleiches Gewicht Sauerstoffgas enthalte. Oel, Wachs, Talg, Alkohol u. s. w. würden in den Tabellen über den specifischen Wärmestoff der Körper keineswegs eine niedrige Stelle einnehmen, wofern nur diese Tabellen Substanzen jeder Klasse umfaßten. Kohle und Schwefel kommen sehr tief zu stehen. Ueberhaupt können wir nicht der Aeußerung Crawford's beipflichten: „daß brennbare Körper nur wenig absoluten Wärmestoff enthalten, und daß der durch das Verbrennen hervorgebrachte Wärmestoff aus der Luft, nicht aber aus dem brennbaren Körper herrühre." Dieses mag so ziemlich richtig seyn, wenn man es auf das gewöhnliche Verbrennen der Holzkohle und Steinkohle anwendet; keineswegs aber dann, wenn von brennbaren Körpern überhaupt die Rede ist.

Nach diesen Bemerkungen wird es kaum nöthig seyn, hinzuzufügen, daß Wärme, und wahrscheinlich auch Licht, welche bei'm Verbrennen entwickelt werden, sowohl von dem Sauerstoffe, als auch von dem brennbaren Körper

abgeleitet werden müssen; und daß jeder derselben, es sey denn, daß Erfahrung uns das Gegentheil lehrte, dazu im Verhältniß seines ihm vor dem Verbrennen einwohnenden Wärmestoffs, beitrage. — Eine ähnliche Bemerkung kann über das Freiwerden der Wärme bei der Verbindung des Schwefels mit den Metallen, so wie bei jeder chemischen Verbindung, bei welcher Wärme frei wird, gemacht werden.

Ehe ich diesen Abschnitt schließe, wird es nicht undienlich seyn, zum Besten derjenigen, die unmittelbar bei der Oekonomie der Brennmaterialien interessirt sind, hinzuzufügen, daß der Wärmestoff, welcher bei dem Verbrennen von einem Pfunde Holzkohle, vielleicht auch Steinkohle, frei wird, hinreiche (wofern kein Verlust statt findet) die Temperatur von 45 bis 50 Pfunden Wasser, vom Frostpunkte bis zum Siedpunkte zu erhöhen. Dieselbe Temperatur würde hinreichen, 7 bis 8 Pfund Wasser, in Wasserdunst zu verwandeln. Wird eine größere Menge Kohle, als die angegebene erfordert, so ist nach Maaßgabe des mehr aufgewandten Brennmaterials, eine mehr oder weniger große Menge Wärmestoff verloren worden, welches möglichst vermieden werden muß.

Sechster Abschnitt.

Von dem natürlichen Zero der Temperatur; oder der absoluten Beraubung des Wärmestoffs.

Nimmt man an, daß bei der gewöhnlichen Temperatur ein Körper ein bestimmtes Quantum Wärmestoff enthalte, so wie ein Gefäß ein bestimmtes Quantum Wasser enthält; so leuchtet ein, daß wenn man nach und nach gleiche, kleine Antheile davon hinwegnimmt, dem Körper endlich diese Flüßigkeit ganz werde entzogen werden.

In der Lehre vom Wärmestoff ist es ein Gegenstand von der größten Wichtigkeit, zu untersuchen; um wie viele Grade der gewöhnlichen Thermometer-Skale ein Körper herabgebracht werden müsse, um seinen Wärmestoff gänzlich zu verlieren, oder absolut kalt zu werden. Durch direkte Versuche läßt sich dieses nicht ausmitteln; allein es lassen sich vielleicht Data zu einer Berechnung finden, durch welche man dem Zero sich mit beträchtlicher Genauigkeit nähern kann.

Die zu der Berechnung erforderlichen Data sind: die genaue Kenntniß des specifischen Wärmestoffs der verschiedenen Körper, welche dem Versuche unterworfen werden; so wie die Menge Wärmestoff, welche in Fällen chemischer Verbindung, oder unter andern Umständen frei wird, oder von den Körpern absorbirt wird. Um sich die-

diese Data zu verschaffen, wird große Vorsicht und Aufmerksamkeit erfordert. Daher rührt auch die große Verschiedenheit in den Resultaten, welche in dieser schwierigen Untersuchung erhalten wurden. Einige setzen dieses Zero 900° unter die gewöhnliche Temperatur; während, nach andern, es 8000° unter dieselbe fällt. Dieß sind die beiden äußersten Punkte; es giebt jedoch mehrere Bestimmungen, welche zwischen die angeführten fallen.

Der einfachste Fall in der Theorie ist der mit Eis und Wasser. Nimmt man an, daß die Kapacitäten dieser beiden Körper sich bei der Temperatur von 32° wie 9 zu 10 verhalten; so ist bekannt, daß Eis bei 32°, um in Wasser von 32° Temperatur verwandelt, oder geschmolzen zu werden, so viel Wärmestoff erfordere, als hinreichen würde, die Temperatur des Wassers um 150° zu erhöhen. Nach der achten Formel Seite 66. muß demnach Wasser bei 32° zehnmal so viel Wärmestoff, oder 1500° enthalten. Unglücklicher Weise ist die Kapacität des Eises nicht mit hinreichender Genauigkeit bestimmt worden, theils weil es ein fester Körper ist, der ein schlechter Leiter ist; vorzüglich aber, weil die Grade des gemeinen Thermometers unterhalb des Frostpunktes, wegen der gleichen Eintheilung der Skale, sehr fehlerhaft sind.

Außer dem schon Erwähnten, sind die vorzüglichsten Gegenstände, deren man sich zu diesen Untersuchungen bedient hat: 1. Mischungen aus Schwefelsäure und Wasser; 2. Mischungen aus Kalkerde und Wasser; 3. Mischungen, oder Verbindungen der Salpetersäure mit Kalkerde und 4. Verbrennen des Wasserstoffs, Phosphors und Kohle. Ueber diese Gegenstände soll ausführlicher gesprochen werden.

Mischung der Schwefelsäure und Wasser.

Den Versuchen von Lavoisier und Laplace, welche mit dem Calorimeter angestellt wurden, zufolge, wird durch eine Mischung aus Schwefelsäure und Wasser, in dem Verhältnisse wie 4 zu 3, dem Gewichte nach, das Zero 7292° unter dem Frostpunkte des Wassers (nach Fahrenheits Skale gerechnet) bestimmt. Allein eine Mischung aus 4 Theilen Säure und 5 Theilen Wasser giebt es bei 2630° an.

Gadolin stellte verschiedene Versuche mit Mischungen aus Schwefelsäure und Wasser an; deren Resultate so genau sind, als man nur von dem ersten Versuche dieser Gattung erwarten kann. Er bestimmt nicht aus seinen Versuchen das Zero, sondern nimmt es als ausgemacht an, daß sich dasselbe 1400° unter dem Frostpunkte, zufolge der Voraussetzung, daß sich die Kapacitäten des Eises und Wassers wie 9 zu 10 verhalten, befinde: er untersucht nur, in wiefern seine Versuche dasselbe bestätigen, indem er die durch Versuche gefundene Kapacitäten der Mischungen, mit denen vergleicht; welche er nach der vorläufigen Annahme berechnet hat. Auf diese Art ist die Brauchbarkeit der von ihm erhaltenen Resultate beschränkt. Da er jedoch hinreichende Data geliefert hat, um das Zero jedem Versuche gemäß berechnen zu können, so wird es zweckmäßig seyn, zu untersuchen, in wiefern die von ihm erhaltenen Resultate, mit denen von Lavoisier, und von andern, übereinstimmen.

Setzt man den specifischen Wärmestoff des Wassers gleich 1, so findet Gadolin, durch direkte Versuche den

specifischen Wärmestoff der koncentrirten Schwefelsäure gleich 0,339 (man sehe Crawford über die thierische Wärme u. s. w. Uebersetzung von Crell Seite 361.) Er mischt hierauf die Schwefelsäure und das Wasser in verschiedenen Verhältnissen, bemerkt die Zunahme der Temperatur, und findet hieraus die Kapacitäten der Mischungen. Dieses giebt hinreichende Data um das Zero nach Formel 9 Seite 66. zu bestimmen. Indem ich die von ihm gefundene Zahlen anführe, habe ich seine Angaben, welche er nach der hunderttheiligen Skale gemacht, hat, in die der Fahrenheitschen verwandelt.

Säure.	Wasser.	Frei gewordener Wärmestoff.	Kapacität der Mischungen.	Berechnetes Zero.
4	+ 1	194°	0,442	2936°
2	+ 1	203°	0,500	1710°
1	+ 1	161°	0,605	1510°
1	+ 2	108°	0,749	2637°
1	+ 5	51°	0,876	3230°
1	+10	28°	0,925	1740°

Das Mittel aus diesen Angaben ist 2300°, welches dasjenige weit übersteigt, was Gadolin für das Zero hält, das von ihm aus den relativen Kapacitäten des Eises und Wassers abgeleitet worden, und welches er mit diesen Versuchen in Uebereinstimmung zu bringen sucht.

Da die Wärme, welche bei Vermischung der Schwefelsäure mit Wasser frei wird, so bedeutend ist, und da sowohl die in die Mischung eingehenden Bestandtheile, als die Mischung selbst flüßig sind, sich mithin die Kapacitäten derselben mit größerer Genauigkeit bestimmen lassen, so habe ich anhaltend, so wie sich mir Gelegen-

heit darbot, das Zero durch Versuche mit diesen Flüßigkeiten zu bestimmen gesucht. Die stärkste Schwefelsäure von 1,855 hat meinen Versuchen zufolge, einen specifischen Wärmestoff gleich 0,33, und die von mir erhaltenen Resultate sind folgende:

Säure.		Wasser.	Specif. Gew.	Frei gewordener Wärmestoff.	Kapacitäten der Mischungen.	Zero.
5,77	+	1	(1,78)	160°	0,420	6400°
1,6	+	1	(1,520)	260°	0,553	4150°
1	+	2	(1,250)	100°	0,764	6000°

Ich verwerfe alle Mischungen, bei welchen der frei gewordene Wärmestoff weniger als 100° beträgt, weil der Unterschied zwischen der beobachteten Kapacität der Mischung und der mittleren Kapacität zu gering ist, als daß er mit Genauigkeit bestimmt werden könnte. Diese Resultate unterscheiden sich wesentlich von denen, welche Gadolin erhalten hat. Ich glaube man wird finden, daß sie sich der Wahrheit mehr nähern. Werden beide Flüßigkeiten beinahe zu gleichen Theilen, dem Gewichte nach, vermischt; so wird das Zero weniger tief, als unter andern Umständen, gefunden; dieses scheint sowohl bei Gadolin, als meinen Versuchen der Fall gewesen zu seyn. Noch hat es mir nicht gelingen wollen, die Ursache hievon zu entdecken. Vielleicht nimmt die Kapacität solcher Mischungen in einem größeren Verhältnisse mit der Temperatur zu, als in andern Fällen.

Kalk und Wasser.

Frischgebrannter Kalk hat eine sehr nahe Verwandtschaft zum Wasser. Mischt man beide in einem schick-

lichen Verhältnisse, so wird eine intensive Hitze hervorgebracht; der Kalk wird, wie man es nennt, gelöscht, und muß in diesem Zustande als ein Kalkhydrat betrachtet werden. Setzt man nicht mehr Wasser zum Kalke, als zum Löschen desselben erfordert wird, so findet man, daß drei Theile Kalk, dem Gewichte nach, vier Theile Hydrat, welches ein vollkommen trockenes Pulver ist, und aus welchem das Wasser erst bei der Rothglühhitze ausgetrieben werden kann, bilden. Setzt man eine größere Menge Wasser hinzu, so bildet die Mischung den Mörtel, eine teigähnliche Zusammensetzung, aus welcher das Wasser bei der Siedhitze ausgetrieben werden kann, wo dann das Hydrat, als ein trockenes Pulver zurück bleibt.

Mischt man Hydrat und Wasser, so wird kein Wärmestoff entwickelt, beide bilden daher ein Gemenge, nicht aber eine chemische Zusammensetzung. Die Hitze, welche demnach beim Löschen des Kalkes frei wird, entstehet aus der chemischen Verbindung von drei Theilen Kalkerde mit einem Theile Wasser, oder von der Bildung des Hydrats; und jeder Ueberschuß von Wasser, vermindert die Menge des freien Wärmestoffs, welcher unter diesen Umständen zum Vorschein kommt.

Ehe man diese Thatsachen zur Bestimmung des Zero benutzen kann, ist es nothwendig, den specifischen Wärmestoff des trockenen Kalkhydrats auszumitteln. Zu diesem Ende löscht man ein bestimmtes Gewicht Kalk mit einem Ueberschuß von Wasser; diesen Ueberschuß treibt man alsdann durch Wärme aus, bis das Hydrat $\frac{1}{3}$ schwerer als Kalkerde ist. Man kann hierauf ein abgewogenes Quantum von diesem Pulver mit einem glei-

chen, oder verschiedenen Gewichte Wasser, von einer andern Temperatur vermischen, und dem gemäß, den specifischen Wärmestoff desselben bestimmen.

Durch sehr mannigfaltige Versuche, welche ich auf diesem Wege mit verschiedenen Abänderungen angestellt habe, finde ich den specifischen Wärmestoff des Kalkhydrats ungefähr 0,40, und nicht 0,25, wie in der Tabelle Seite 72. Den specifischen Wärmestoff des Kalkes finde ich beinahe 0,30. Crawford fand den specifischen Wärmestoff des Kalkes zu klein, indem er kalten Kalk mit heißem Alkohol vermischte. Die Kalkerde bringt keine, ein zuverlässiges Resultat gebende Wirkung auf den Alkohol zuwege, weil er Wasser enthält, welches auf den Kalk wirkt. Ich zweifle nicht, daß man den specifischen Wärmestoff des Kalkes würde verschieden gefunden haben, wenn man kalten Alkohol auf heißen Kalk gegoßen hätte.

Die Wärme, welche bei der Bildung des Kalkhydrates frei wird, läßt sich folgendermaßen finden. Schüttet man eine Unze Kalk in 4 Unzen Wasser, so wird die Temperatur der Mischung um 100° erhöht; in diesem Falle werden $1\frac{1}{3}$ Unzen Hydrat gebildet, und der freiwerdende Wärmestoff, erhebt die Temperatur des Hydrats, so wie die von $3\frac{2}{3}$ Unzen Wasser um 100°; allein $3\frac{2}{3}$ Theile Wasser enthalten siebenmal so viel Wärmestoff als $1\frac{1}{3}$ Theile Kalkhydrat; die freigewordene Wärme reicht demnach hin, die Temperatur des Hydrats um achtmal 100°, oder die Temperatur des Hydrates auf einmal um 800° zu erhöhen. Daher ist der Wärmestoff, welcher frei wird, wenn drei Theile Kalk mit einem Theile Was-

ser vermischt werden, hinreichend, die Temperatur der neuen Zusammensetzung auf 800° zu bringen. Wendet man das Theorem von Seite 66. hier an; so erhält man das Zero = 4260° unter der gewöhnlichen Temperatur.

Salpetersäure und Kalkerde.

Den Versuchen von Lavoisier und Laplace zufolge, ist der specifische Wärmestoff von Salpetersäure die ein specifisches Gewicht von 1,3 hat = 0,661, und der der Kalkerde 0,217. Der specifische Wärmestoff einer Zusammensetzung aus $9\frac{1}{3}$ Theilen der geuannten Säure und einem Theile Kalkerde wurde 0,619 gefunden. Nimmt man an, daß keine Veränderung der Kapacität bei der chemischen Verbindung statt gefunden hätte, so könnte diese Zusammensetzung nur eine Kapacität = 0,618 haben; während in der That die Mischung einen Zuwachs der Temperatur von ungefähr 180° zeigt, und mithin mit einer verminderten Kapacität, oder mit einer Kapacität, welche unter 0,618 fällt, gefunden werden müßte.

Würde diese Thatsache vollkommen begründet, so würde sie ein unerklärliches Phänomen darlegen; es sey denn, daß man der Meinung derjenigen beipflichtete, welche behaupten, daß in ein und demselben Körper, freier und gebundener Wärmestoff angetroffen werde; oder um sich eigentlicher auszudrücken, daß ein Theil Wärmestoff auf die Art chemisch mit dem Körper verbunden sey, daß er alle seine karakteristische Eigenschaften beibehalte, und ein anderer Antheil auf die Art an

den Körper gebunden sey, daß er dieselben gänzlich verliere. Ein Fehler der sich in diese Angabe eingeschlichen hat, und welcher die Kapacität der Kalkerde betrifft, wurde bereits gerügt. Setzt man den specifischen Wärmestoff der Kalkerde gleich 0,30 und wendet man das Theorem für das Zero an, so bestimmt sich dasselbe aus den oben angeführten, aber verbesserten Datis, gleich 15770° unter der gewöhnlichen Temperatur.

Ich nahm Salpetersäure, welche ein specifisches Gewicht gleich 1,2 hatte, und fand, durch wiederholte Versuche (wobei gleiche Gewichte, nicht aber gleiche Volumina zum Grunde gelegt wurden) den specifischen Wärmestoff derselben 0,76. In 4020 Gran dieser Säure, welche sich in einer dünnen Flasche befanden, und eine Temperatur von 35° hatten, schüttete ich nach und nach 657 Gran Kalkerde, wobei die Mischung mäßig bewegt wurde. Nach Verlauf von einer bis zwei Minuten, nachdem drei Viertheile der Kalkerde hineingeschüttet und aufgelös't worden, stieg das Thermometer beinahe auf 212° und die Mischung fing an zu kochen. Nachdem sie bis auf 20° erkaltet war, wurde der Ueberrest der Kalkerde zugesetzt, und die Temperatur der Mischung stieg wieder bis zum Siedepunkte. Es blieben ungefähr 15 Gran unaufgelös'ter Rückstand. Diese wurden herausgenommen, und ihre Stelle durch 15 Gran frische Kalkerde ersetzt, welche aufgelös't wurden — Die Auflösung war klar und durchsichtig, beinahe gesättigt und hatte ein specifisches Gewicht gleich 1,334. Der specifische Wärmestoff derselben wurde gleich 0,69 gefunden. Setzt man die Zunahme der Temperatur gleich 200° und den specifi-

schen Wärmestoff der Kalkerde 0,30; so findet man das Zero 11000° unter dem Frostpunkte. Der Versuch wurde dahin abgeändert, daß Säuren von verschiedenen Graden der Stärke, genommen, und das Verhältniß der Kalkerde abgeändert wurde, allein das Zero wurde noch tiefer, als nach irgend einer der vorhergehenden Verfahrungsarten gefunden. Vielleicht liegt der Grund darin, daß der specifische Wärmestoff der Kalkerde, immer noch zu gering angegeben wurde.

Verbrennen des Wasserstoffs.

Lavoisier findet, daß durch das Verbreunen von einem Pfund Wasserstoff 295 Pfund Eis geschmolzen werden. Die Resultate meiner Versuche geben 320 Pfund und die von Crawford 480. Bis diese Thatsache genauer ausgemittelt ist, so kann man 400 Pfund als der Wahrheit sich nähernd annehmen. Oder, welches auf dasselbe hinauskommt: zu dem Verbrennen von einem Pfunde Wasserstoff werden 7 Pfund Sauerstoff gebraucht, und die Menge des frei werdenden Wärmestoffs würde 8 Pfund Wasser auf die Temperatur von 7500° erheben. Legt man die von Crawford angegebene Kapacität für den Wärmestoff beim Wasserstoff und Sauerstoff zum Grunde, und wendet man das Seite 66 aufgestellte Theorem an, so findet man das Zero 1290° unter der gewöhnlichen Temperatur. Nimmt man aber die vorhergehende Theorie von dem specifischen Wärmestoff der elastischen Flüssigkeiten an, und verbindet man damit das vierte Corollarium Seite 83, so muß man schließen, daß bei der Bildung des Wasserdunstes die Hälfte

des ganzen Wärmestoffes, welcher in den beiden Elementen desselben enthalten ist, entweicht. Bei der Umwandlung von 8 Pfund Wasserdunst in Wasser wird ein Quantum Wärmestoff frei, welches hinreicht, 56 Pfund Eis zu schmelzen; demnach würde die Hälfte des ganzen Wärmestoffs, welcher in einem Pfunde Wasserstoff + 7 Pfunden Sauerstoff beide in Verbindung gedacht; oder welches dasselbe ist, der ganze Wärmestoff, welcher in einem Pfunde Wasserstoff oder 7 Pfund Sauerstoff, jedes einzeln genommen, enthalten ist, 344 Pfund Eis schmelzen. Wenn man nur von 688, 400 abzieht, so bleiben 288 für die Pfunde Eis übrig, welche der in 8 Pfunden Wasser bei der gewöhnlichen Temperatur enthaltene Wärmestoff zu schmelzen vermögend ist; oder die Wärme, in einem Pfunde Wasser reicht hin, 36 Pfund Eis zu schmelzen. Das Zero würde demnach 5400° unter den Frostpunkt des Wassers fallen.

Verbrennen des Phosphors.

Ein Pfund Phosphor erfordert 1½ Pfund Sauerstoff, und schmilzt 66 Pfund Eis. Der specifische Wärmestoff des Phosphors ist nicht bekannt; der Analogie nach, kann man aber voraussetzen, daß er eben so viel, als der im Oel, Wachs, Talg u. s. w. enthaltene, betrage, deren specifischer Wärmestoff halb so groß als der des Wassers ist. Aus dem nächst vorhergehenden Artikel scheint sich zu ergeben, daß die ganze Wärme in jedem Pfund Sauerstoff hinreichend sey, 50 Pfund Eis zu schmelzen; daher muß aller Wärmestoff in beiden Bestandtheilen vor dem Verbrennen hinreichend seyn, um

75 + 18 = 93 Pfund Eis zu schmelzen. Zieht man hiervon 66 ab, so bleiben 27 für die Pfunde Eis übrig, welche der in 2, 5 Pfunden Phosphorsäure enthaltene Wärmestoff zu schmelzen vermögend ist. Hieraus würde die specifische Wärme dieser Säure 0, 30 gefunden werden, eine Voraussetzung, welche keinesweges unwahrscheinlich ist. Das Resultat, welches das Verbrennen des Phosphors giebt, scheint das vom Verbrennen des Wasserstoffs zu bestätigen.

Verbrennen der Holzkohlen.

Crawford's Data sind folgende: specifischer Wärmestoff der Holzkohle 6, 26; des Sauerstoffs 4, 749; der Kohlensäure, 1, 0454 und der Wärmestoff, welcher durch Verbrennen eines Pfundes Holzkohle frei wird, hinreichend, 69 Pfund Eis zu schmelzen, welches = 10350° ist. Jetzt ist es wohl keinem Zweifel unterworfen, daß ein Pfund Kohle, um in Kohlensäure verwandelt zu werden, 2, 6 Pfund Sauerstoff erfordere. Aus diesen Datis läßt sich mit Hülfe des Seite 66 aufgestellten Theorems das Zero = 4400° bestimmen. Crawford selbst hingegen hat diese Deduction nicht abgeleitet. Nimmt man die Theorie über den specifischen Wärmestoff und die darauf gegründete Tabelle verbunden mit der Voraussetzung, daß das Zero sich 6000° unter der gewöhnlichen Temperatur (man sehe Seite 85) befinde, an; so wird sich aus der allgemeinen Formel folgende Gleichung ableiten lassen.

$$\frac{(1+2,6) \times 0,491 \times h}{1 \times 0,26 + 2,6 \times 1,333 - 3,6 \times 0,491} = 6000^\circ$$

Hier stellt h die Grade der Temperatur vor, um welche das Verbrennen von einem Pfunde Kohle, das Produkt, oder 3, 6 Pfund Kohlensäure erhöhen würde. Hieraus findet man h = 6630°. Die Wärme wäre aber hinreichend, um 3, 6 Pfund Wasser auf 6650 ⋈ 0, 491 = 3265° zu erheben; oder was dasselbe ist, sie würde die Temperatur von einem Pfunde Wasser um 11750° erheben, oder sie würde 78 Pfund Eis schmelzen. Lavoisier findet die Wirkung = 96 Pfund, und Crawford findet sie = 69; so daß der vorausgesetzten Entfernung vom Zero, soweit als die Theorie dabei interessirt ist, durch das Verbrennen der Kohle nicht widersprochen wird.

Verbrennen von Oel, Wachs und Talg.

Wir kennen weder die genaue Zusammensetzung dieser Substanzen, noch die Menge des Sauerstoffs, welche sie erfordern. Allein die Versuche von Lavoisier, so wie einige, welche ich, um diesen Gegenstand zu bestimmen, angestellt habe, machen mich geneigt, anzunehmen, daß sie ungefähr aus 5 Theilen Kohle und 1 Theil Wasserstoff, dem Gewichte, nach zusammengesetzt sind, und daß 6 Theile derselben 21 Theile Sauerstoff zum Verbrennen erfordern, wodurch 19 Theile Kohlensäure und 8 Theile Wasser gebildet werden. Nimmt man an, daß sich das Zero 6900° unter dem Frostpunkte des Wassers befinde, oder daß der im Wasser von 32° befindliche Wärmestoff hinreichend sey, 46 Pfund Eis zu schmelzen, so wird der im Wasserdunste befindliche Wärmestoff 53 Pfund Eis zu schmelzen vermögen. Wendet man das

Seite 82 befindliche Corollarium I. an, so wird man den Wärmestoff des Sauerstoffgas = 60, 5 Pfund, den des kohlensauren Gas = 22, 3 Pfund finden. Der Wärmestoff in einem Pfunde Oel u. s. w. gleich der Hälfte des im Wasser befindlichen, würde gleich 23 Pfund (nemlich so zu verstehen, daß er hinreichen würde, so viele Pfunde Eis zu schmelzen) seyn. Addirt man dieß zu 211, 7, welches der in 3, 5 Pfunden Sauerstoff enthaltene Wärmestoff ist, so giebt dieß 234, 7 Pfund Eis, welche durch allen Wärmestoff, der in einem Pfunde Oel und 3, 5 Pfunden Sauerstoff enthalten ist, würden geschmolzen werden. Die Produkte des Verbrennens sind aber 1, 3 Pfund Wasser und 3, 2 Pfund Kohlensäure, welche zusammen so viel Wärmestoff enthalten, als hinreichen würde, um 131, 2 Pfund Eis zu schmelzen. Zieht man diese Zahl von 234, 7 ab, so bleiben 103, 5 Pfunde für die Menge Eis übrig, welche durch den beim Verbrennen von einem Pfunde Wachs, Oel oder Talg frei werdenden Wärmestoff würde geschmolzen werden, welches mit dem Versuche übereinstimmt. Der Schluß unterstützt demnach die Voraussetzung, daß das Zero sich 6900° unter dem Frostpunkte des Wassers befindet.

Verbrennen des Aethers u. s. w.

Es ist mir gelungen, ziemlich genau die Produkte, welche durch das Verbrennen eines Pfundes Aether, das sich hierbei mit 3 Pfunden Sauerstoff verbindet, zu bestimmen. Sie sind: 1, 75 Wasser und 2, 25 Kohlensäure. Indem ich eine der oben angeführten ähnliche Rechnung anstellte, aber voraussetzte, daß das Zero sich

6000° unter den Frostpunkte des Wasser befinde; so fand ich, daß die bei dem Verbrennen des Aethers frei werdende Wärme so groß seyn müsse, daß sie 67 Pfund Eis schmelzen könne. Die Erfahrung gab dieselbe gleich 62 an. Der hierbei statt findende Unterschied läßt sich füglich aus dem unvermeidlichen Verluste, der bei meinem Verfahren statt finden muß, erklären.

Ich könnte hier noch die Resultate des Verbrennens der andern Substanzen, welche in der Tabelle Seite 89 angeführt wurden, in sofern sie auf gegenwärtigen Gegenstand Beziehung haben, untersuchen; da ich aber diejenigen, von welchen Nachricht gegeben wurde, als die bewährtesten betrachte, so werde ich jene übergehen. Aus den Resultaten welche das ölmachende Gas lieferte, ersieht man, daß ein brennbarer Körper, im gasförmigen Zustande nicht mehr Wärmestoff von sich giebt, als wenn er sich im tropfbar flüssigen Zustande befindet. Denn Oel und ölmachendes Gas sind gewiß in ihrer Zusammensetzung nicht sehr von einander verschieden; man hätte daher erwarten sollen, daß dasselbe Gewicht ölmachendes Gas, wegen des zur Hervorbringung seines elastischen Zustandes erforderlichen Wärmestoffs, mehr Wärmestoff von sich gegeben haben würde, als Oel. Man muß aber auf die Vermuthung kommen, daß der Wärmestoff, welcher erfordert wird, um eine tropfbare Flüssigkeit in eine elastische zu verwandeln, nur ein kleiner Theil des Ganzen sey. Ein Schluß, der offenbar durch die Versuche und Beobachtungen welche in dem Vorhergehenden angeführt wurden, unterstützt wird.

Es wird zweckmäßig seyn, die Resultate meiner

Versuche, welche in dem gegenwärtigen Abschnitte angeführt wurden, zusammenzustellen, um einen Ueberbleick des Ganzen zu erhalten.

	Zero unter 32° Fahrenheit.
Von einer Mischung aus 5,77 Schwefelsäure und einem Theile Wasser	6400°
— — — — 1,6 Schwefels. 1 Thl. Wasser	4150°
— — — — 1 Schwefels. 2 — —	6000°
— — — — 3 Theilen Kalkerde und 1 Theil Wasser . .	4260°
— — — — 7 Salpetersäure und 1 Kalkerde	11000°
Aus der Verbrennung des Wasserstoffgas . . .	5400°
— — — — Phosphors	5400°
— — — — der Holzkohle	6000°
— — — — des Oel, Wachs und Talg	6900°
— — — — Aether	6000°

Das Mittel aus allen diesen ist 6150°. Wir können demnach, wofern nicht entscheidendere Gründe das Gegentheil lehren, das natürliche Zero der Temperatur ungefähr 6000° unter die Temperatur des frierenden Wassers, nach den Eintheilungen der Fahrenheitschen Skale, setzen. Die Unterschiede der oben angeführten Resultate, sind, mit Ausnahme des zweiten und fünften, nicht größer, als was man dem unvermeidlichen Mangel an Genauigkeit zuschreiben kann. Ich glaube, daß es unmöglich seyn möchte, diese beiden mit einander in Uebereinstimmung zu bringen, wenn man sich nicht die Voraussetzung erlaubt, daß mit der Veränderung der Temperatur eine Veränderung der Kapacitäten bei einen oder

beiden in die Mischung eingegangenen Bestandtheilen statt gefunden habe. Dieß verdient genauer unrersucht zu werden.

Wärme, welche durch Stoß und Reiben hervorgebracht wird.

Die Wärme, welche durch den Stoß und das Reiben fester Körper erzeugt wird, entsteht aus einer und derselben Ursache, nähmlich aus einer Verdichtung des Volumens und einer damit verbundenen Verminderung der Kapacität des geschlagenen oder geriebenen Körpers; ganz auf dieselbe Art, wie durch Verdichtung der Luft, Wärme hervorgebracht wird.

Es ist eine wohl bekannte Thatsache, daß Eisen und andre Metalle, wenn man sie hämmert, heiß werden und zu gleicher Zeit sich verdichten. Wurde eine Verminderung der Kapacität nicht bemerkt, so rührt dieß daher, weil sie nur gering war, und nicht mit hinreichender Genauigket untersucht wurde. Daß eine Veränderung der Kapacität wirklich statt finde, läßt sich nicht bezweifeln, wenn man erwägt, daß ein auf diese Art gehämmertes Stück Eisen zur Wiederholung der Wirkung unfähig sey, wenn es nicht vorher im Feuer erhitzt und nach und nach abgekühlt wurde.

Graf Rumford hat uns einige wichtige Thatsachen über die Erzeugung der Wärme durch Reiben geliefert. Er fand, daß wenn eine Kanone 30 Minuten lang gebohrt wurde, die Temperatur um 70° steigt, und daß sie einen Verlust von 378 Gran durch den Staub und die abgedrehten Späne erlitt, welches $\frac{1}{948}$ des Zylinders betrug. Unter der Voraussetzung, daß alle Wärme von diesen abgedrehten Spänen

wäre

wäre hergegeben worden, berechnet er, daß sie 66360° Wärme verloren haben müßten; während er zu gleicher Zeit bemerkte, daß ihr specifischer Wärmestoff nicht merklich vermindert worden war. Dieß ist aber offenbar eine sehr unrichtige Ansicht dieses Gegenstandes; die erregte Wärme entspringt nicht bloß aus den Spänen, denn wie könnte man sonst durch Hämmern einen Körper rothglühend machen, ohne daß von demselben Späne abspringen? Das Wahre hierbei ist, daß durch die Gewalt, welche beim Bohren angewendet wird, die ganze Metallmasse mehr oder weniger verdichtet wurde, und eine Temperaturerhöhung von 70 bis 100° ist zu klein, um eine merkliche Verminderung in ihrer Kapacität für den Wärmestoff hervorzubringen. Würde Graf Rumford wohl zugeben, daß wenn die Menge des Metalles, mit welcher der Versuch angestellt wurde, ein Pfund betragen hätte, und der Abgang eben so viel als im vorhergehenden Versuche ausmachte, daß das ganze Quantum der entwickelten Wärme wie im vorhergehenden Versuche seyn würde?

Die Erscheinung der Wärme, welche durch Reiben und Schlagen hervorgebracht wird, zeigt zur Genüge, daß das Zero der Temperatur keineswegs, wie einige Naturforscher gewollt haben, nur 1000 bis 1500° unter die gewöhnliche Temperatur herabgesetzt werden könne.

Siebenter Abschnitt.

Von der Bewegung und Mittheilung des Wärmestoffs, welche aus der Ungleichheit der Temperatur entspringen.

Da die Temperatur der Körper, aus verschiedenen Ursachen in einer steten Bewegung befindlich ist, so ist es wichtig, die Natur der Bewegung des Wärmestoffs in demselben Körper, so wie ihren Uebergang von der einen Substanz an die andere, welcher von dem ununterbrochenen Bestreben, ein Gleichgewicht hervorzubringen herrührt, zu bestimmen.

Wird eine massive, metallene Stange an dem einen Ende erhitzt, und dann der Luft ausgesetzt, so entweicht ein Theil des Wärmestoffs an die Luft, ein anderer Theil desselben wird von der Metallstange fortgeleitet, und bietet eine stufenweise statt findende Abnahme der Temperatur von dem heißen zu dem kalten Ende dar. Dieses leitende Vermögen ist nach Maaßgabe der Natur des Gegenstandes sehr verschieden; in der Regel sind Metalle und diejenigen Körper, welche gute Leiter der Elektricität sind, gleichfalls gute Leiter des Wärmestoffs und umgekehrt.

Wird eine Flüssigkeit auf ihrer Oberfläche erhitzt, so senkt sich der Wärmestoff nach und nach und lang-

sam, wie längs den festen Körpern, herab; und auch unter den flüssigen Körpern scheint ein Unterschied in ihrem leitenden Vermögen, analog dem der festen, statt zu finden. Erhitzt man aber den Boden eines Gefäßes, welches eine Flüßigkeit enthält, so ist der Fall ganz verschieden. Die erwärmten Theilchen der Flüßigkeit, in Folge ihres verminderten, specifischen Gewichts, bilden einen aufsteigenden Strom, begeben sich auf die Oberfläche, und theilen einen Antheil Wärmestoff bei ihrem Aufsteigen den benachbarten Theilchen mit, behalten jedoch eine höhere Temperatur bei; so daß die Zunahme der Temperatur der Masse zuerst auf der Oberfläche derselben bemerkt wird, und stets, bis der Anfang des Kochens eintritt, wo denn die Temperatur des Ganzen gleichförmig wird, daselbst am größten ist.

Das leitende Vermögen der Flüßigkeiten entspringt demnach aus zwei verschiedenen Quellen. Die eine ist dieselbe wie bei festen Körpern, nehmlich ein stufenweises Fortschreiten der Wärme von Theilchen zu Theilchen, wobei eine Bewegung der Theilchen selbst ausgeschlossen ist; die andere entsteht aus der innern Bewegung der Theilchen der Flüßigkeit, wodurch die Extreme von Hitze und Kälte beständig in Berührung gebracht werden, und so die Wärme mit großer Schnelligkeit verbreitet wird. Die letztere Quelle ist ungleich wirksamer als die erstere, daher sind einige, jedoch ohne hinreichenden Grund, vermocht worden, das Daseyn der ersteren zu bezweifeln, oder zu läugnen, daß Flüßigkeiten den Wärmestoff auf dieselbe Art wie feste Körper leiten.

Man ersieht aus dem Gesagten, daß die Mitthei-

lung der Wärme von Theilchen zu Theilchen in den flüßigen Körpern auf dieselbe Art, wie in den festen, statt finde; die Schnelligkeit dieser Vertheilung in Flüßigkeiten muß einem hydrostatischen Gesetze zugeschrieben werden. Es giebt aber eine andere Art, wie der Wärmestoff sich durch einen leeren Raum und durch elastische Flüßigkeiten fortpflanzt, welche unsere besondere Aufmerksamkeit verdient. Durch sie erhalten wir die Wärme der Sonne, und durch sie empfangen wir, wenn wir uns in einem Zimmer befinden, die Wärme eines gewöhnlichen Feuers. Man nennt sie die Strahlung der Wärme, und die so fortgestoßene Wärme wird strahlende Wärme genannt.

Bis vor Kurzem betrachteten wir das Licht und die Wärme der Sonne als ein und dasselbe Wesen. Dr. Herrschel hat aber gezeigt, daß die Sonne Wärmestrahlen aussende, welche sich durch das Prisma von den Lichtstrahlen trennen lassen; sie werden reflektirt wie das Licht, und werden so wie dieses gebrochen, jedoch in einem mindern Grade, welches der Grund ist, daß man dieselben vom Lichte trennen kann. Die Schnelligkeit der strahlenden Wärme ist nicht bekannt, man kann jedoch, bis das Gegentheil erwiesen ist, annehmen; daß sie dieselbe, wie die des Lichtes sey. Ein gewöhnliches Küchenfeuer, glühende Kohlen, und überhaupt jeder erwärmte Körper strahlen Wärme aus, welche, so wie das Licht und die Wärme der Sonne, in einem Brennpunkte reflektirt werden kann; sie scheint aber nicht hinreichende Energie zu besitzen, Glas oder andre durchsichtige Körper zu durchdringen, um durch Brechung in einen wirksamen Brenn-

punkt vereinigt zu werden. Mehrere neue und wichtige, die Strahlung der Wärme betreffende Thatsachen, sind kürzlich vom Professor Leslie dargelegt und in seiner Untersuchung über die Wärme bekannt gemacht worden. Die Erfindung eines sehr scharfsinnig eingerichteten und empfindlichen Luftthermometers, welches ganz für diesen Zweck geeignet war, setzte ihn in den Stand, die Wirkungen der Strahlung in einer großen Verschiedenheit von Fällen und Umständen mit mehr Schärfe zu beobachten, als vor ihm geschehen war. Es wird nicht undienlich seyn, mehrere der vorzüglichsten Thatsachen, welche die Strahlung des Wärmestoffs betreffen, die entweder von ihm entdeckt, oder doch bestätigt wurden, hier anzuführen:

1. Wird ein Gefäß mit heißem Wasser angefüllt, so hängt die von demselben ausstrahlende Wärme hauptsächtlich von der äußern Oberfläche des Gefäßes ab. Besteht das Gefäß aus verzinntem Eisenblech, so strahlt ein gewisses Quantum Wärmestoff von demselben aus; wird aber das Gefäß mit schwarzer Farbe, Papier, Glas u. s. w. bedeckt, so strahlt es eine achtfach so große Menge Wärmestoff als im vorigen Falle aus.

2. Ueberzieht man eine Thermometerkugel mit Staniol, so beträgt der Eindruck der strahlenden Wärme nur ein Fünftheil so viel, als auf das unbedeckte Glas.

3. Ein Metallspiegel, auf den man die Wärmestrahlen eines gewöhnlichen Küchenfeuers, oder irgend eines erwärmten Körpers fallen läßt, wirft zehnmal so viel Wärmestoff zurück, als ein ähnlicher Glasspiegel. Man findet daß letzterer den Wärmestoff von seiner vor-

deren Fläche, nicht aber von der mit Quecksilber belegten, welche zum Reflektiren des Sonnenlichtes und der Sonnenwärme so wesentlich beiträgt, zurückgeworfen wird. Hier ergiebt sich demnach ein auffallender Unterschied zwischen der Sonnenwärme und der Wärme des Küchenfeuers.

Aus diesen Thatsachen geht hervor, daß Metalle und andere Körper, welche in einem ausgezeichneten Grade die Eigenschaft besitzen, die strahlende Wärme zu reflektiren, nicht geeignet sind, sie auf eine merkliche Art zu absorbiren; während schwarze Farbe, Papier, Glas u. s. w. geeignet sind, sie zu absorbiren, und demnach unter schicklichen Umständen sie wieder fort zu strahlen.

4. Schirme von Glas und Papier, Staniol u. s. w., welche zwischen den strahlenden Körper und den Brennspiegel gestellt wurden, fingen die strahlende Wärme vollkommen auf; da sie aber durch die direkte, strahlende Wärme selbst erwärmt wurden, so wurde mit der Zeit das Thermometer durch ihre Strahlung afficirt. — Der Wärmestoff welcher aus heißem Wasser ausstrahlt, scheint nicht, wie die Sonnenhitze durch Glas hindurchzugehen.

5. Die strahlende Wärme erleidet bei ihrem Durchgang durch die Luft keinen merklichen Verlust; ein stärker oder schwächer strahlender Körper bringt dieselbe Wirkung hervor, vorausgesetzt, daß er dem Brennspiegel denselben Winkel darbietet. In dieser Hinsicht kommt der strahlende Wärmestoff mit dem Lichte überein.

6. Die Intensität des reflektirten Wärmestoffes nimmt umgekehrt ab, wie die Entfernungen; während bei

dem Lichte sie in allen Entfernungen dieselbe ist. Auch der Brennpunkt der Wärme, ist von dem des Lichtes, verschieden, indem er dem Brennspiegel näher liegt. Die wärmende Wirkung vermindert sich schnell, wenn sie nach Außen geht, allein langsam, wenn sie nach Innen, zu dem Brennspiegel hingeht. — Dieses scheint den Mangel einer vollkommenen Elasticität in der strahlenden Wärme anzudeuten.

7. Eine hohle Zinnkugel, die 4 Zoll im Durchmesser hielt, und mit heißem Wasser gefüllt wurde, kühlte von 35° bis 25° nach dem hundertheiligen Thermometer in 156 Minuten ab; wurde dieselbe Kugel mit Lampenschwarz angestrichen, so brauchte sie nur 81 Minuten, um von 35° bis zu 25° Grad zu erkalten. Die Temperatur der Luft im Zimmer betrug 15°.

8. Wird ein erwärmter Körper schnell in der Luft umgedreht, so steht das schnellere Erkalten desselben im direkten Verhältnisse mit seiner Geschwindigkeit.

9. In der Luft ist das Verhältniß des Erkaltens einer hohlen mit heißem Wasser angefüllten Glaskugel und das derselben Kugel, nachdem sie mit Zinnfolie bekleidet worden, nicht bei allen Temperaturen dasselbe; das Mißverhältniß ist bei niedrigeren Temperaturen größer, bei höheren kleiner. So findet Leslie, im gegenwärtigen Falle, — für Glas das veränderliche Verhältniß, wie $105 + h$ und für Zinn wie $50 + h$, wo h die in Graden ausgedrückte Erhöhung der Temperatur bezeichnet. Dem zufolge ist das Verhältniß des Abkühlens einer gläsernen und metallenen Oberfläche bei sehr hohen Temperaturen fast dasselbe; ist hingegen h sehr klein, so

verhält es sich beinahe wie 105 zu 50. — Bei ihrem Abkühlen in Wasser wurden keine Unterschiede in dem Zeitverhältnisse bemerkt.

10. Nach einer langen, mühsamen, aber scharfsinnigen Untersuchung findet Leslie das abkühlende Vermögen der Luft auf eine hohle, 6 Zoll im Durchmesser haltende und mit kochendem Wasser angefüllte Kugel folgendermaßen: nehmlich in jeder Minute Zeit verliert die Flüßigkeit durch die drei verschiedene gleich anzugebende Ursachen des Abkühlens, folgende Bruchtheile von ihrem Ueberschuß der Temperatur über das umgebende Medium.

Durch Entziehen (abduction), das ist, durch das eigenthümliche leitende Vermögen der Luft $\frac{1}{524}$.

Durch Ausweichen (recession), das ist, durch den senkrechten Luftstrohm, welcher durch den erwärmten Körper erregt wird $h \bowtie \frac{1}{21715}$.

Durch Pulsation oder Ausstrahlen (pulsation or radiation), $\frac{1}{2533}$ von metallischen Oberflächen; und achtmal so viel, oder $\frac{1}{317}$ von einer Oberfläche von Papier; (Es verdient bemerkt zu werden, daß Leslie leugnet, daß die Luft bei dem Ausstrahlen der Wärme wirksam sey, welches der angenommenen Meinung entgegen ist.)

11. Ein Körper erkaltet in verdünnter Luft weit langsamer, als in Luft von gewöhnlicher Dichte; und die verschiedene Arten von Luft besitzen respektive Vermögen die Körper abzukühlen. Atmosphärische Luft und Wasserstoffgas bieten in dieser Hinsicht merkwürdige Unterschiede dar. Bezeichnet man, nach Leslie, das abkühlende Vermögen der atmosphärischen Luft auf eine Oberfläche von Glas mit der Einheit, so wird das des Was-

serstoffgas durch 2,2857 ausgedrückt werden müssen; und bei einer metallenen Oberfläche ist das Verhältniß wie 0,5 zu 1,7857.

In atmosphärischer Luft ist der Verlust an Wärme von einer gläsernen Oberfläche durch Ausstrahlen 0,57; und 0,43 durch die beiden andern Ursachen; von einer metallischen Oberfläche 0,07 und 0,44. In Wasserstoffgas ist der Verlust durch Ausstrahlen, von einer gläsernen Oberfläche 0,57 und 1,71 durch die andern Ursachen; von einer metallischen Oberfläche 0,07 und 1,71. — Leslie findet das Ausstrahlen in beiden Gasarten gleich groß, und durch Verdünnung der Luft wenig vermindert; allein die Wirkungen der übrigen abkühlenden Kräfte vermindern sich rasch mit der Dichte.

Diejenigen, welche die Versuche und Schlüße, auf welcher diese wichtigen Resultate beruhen, kennen zu lernen wünschen, müssen die Schrift von Herrn Leslie studiren. Da jedoch, mehrere der in derselben aufgestellten Sätze und Meinungen, meinen Erfahrungen zufolge, in Anspruch genommen werden können; so will ich jetzt dasjenige anführen, was von mir über diesen Gegenstand bemerkt worden ist. — Ich habe keinen Grund den ersten acht Artikeln meine Zustimmung zu versagen, allein die drei letzten scheinen mir nicht in eben dem Grade genügend.

Ehe ich jedoch die hierauf Beziehung habenden Versuche anführe, wird es nöthig seyn, die Vergleichung der Angaben der neuen Thermometer-Skale mit denen der alten, in den höheren Graden derselben mitzutheilen, welches Seite 17 ff. nur sehr abgekürzt geschehen ist.

Vergleichende Uebersicht der Angaben der alten und neuen Thermometer-Skale.

Alte Skale.	Neue Skale.
212°	212°
225	222
238,6	232
252,6	242
266,8	252
281,2	262
296,2	272
311,5	282
327	292
342,7	302
359,2	312
375,8	322
392,7	332
409,8	342
427,3	352
445,3	362
463,6	372
482,2	382
501	392
520,3	402
539,7	412
559,8	422
580,1	432
600,7	442
621,6	452
642	462

Erster Versuch.

Ein Quecksilber-Thermometer, dessen Kugel einen halben Zoll im Durchmesser hält, und mit einer Skale, die vom Frostpunkte bis zum Siedepunkte des Quecksilbers acht Zoll Länge hatte, versehen war; wurde bis auf 442° der neuen Skale erhitzt, und dann in horizontaler Lage, in Luft, deren Temperatur 42° war, zum Abkühlen aufgehängt. Bei diesem sowohl, als bei jedem andern Instrumente ähnlicher Art, war die Kugel mehrere Zoll von dem untersten Punkte der Skale entfernt. Es verfloß gleich viel Zeit, um damit das Werkzeug von 442° bis 242°, von 242° bis 142° und von 142° bis 92° erkaltete, nehmlich für jedes dieser Intervalle, betrug die Zeit des Abkühlens 2 Minuten 20 Sekunden. Der Versuch wurde mehrere Male wiederholt; die Zeit des Abkühlens stimmte stets bis auf 4 bis 5 Sekunden, mit der oben angegebenen überein, und wenn einige Unterschiede in den auf einander folgenden Intervallen bemerkt wurden; so fand man, daß die Zeiten in den höheren Graden der Skale eher etwas weniger, in den niedrigen hingegen etwas mehr betrugen.

Aus diesem Versuche ersieht man, daß das Thermometer 400° über die Temperarur der Luft nach der neuen, oder 600° nach der alten Skale erhitzt worden war; es verlor 200° von seiner Temperatur in dem ersten Zeitraume; 100° in dem zweiten, und 50° in dem dritten, Dieses Resultat bestätigt den Seite 15. aufgestellten Grundsatz, daß nach der neuen Eintheilung die Temperatuen in gleichen Zeit-Inkrementen in geometrischer Progression abnehmen.

Zweiter Versuch.

Nach Herrn Leslie ist das Gesetz des Abkühlens verschieden, wenn die Oberfläche metallisch, und wenn sie gläsern ist. Dieses schien mir sehr überraschend, ich wandte daher alle nur mögliche Sorgfalt an, um über diesen Gegenstand zur Gewißheit zu kommen. Zu den in dieser Hinsicht angestellten Versuchen, nahm ich ein anderes Quecksilberthermometer, dessen Kugel 0,7 Zoll im Durchmesser hatte, und dessen Skale 12 Zoll lang war. Diese war von 0 bis 300° nach der alten Skale eingetheilt, und nebenbei befanden sich die correspondirenden Grade der neuen. Das Thermometer wurde erhitzt und die Zeit, welche bei'm Abkühlen durch jede zehn auf einander folgende Grade der neuen Skale verfloß, wurde wiederholentlich bemerkt. Die Thermometerkugel wurde hierauf mit Zinnfolie bekleidet, und die Oberfläche so glatt wie möglich gemacht. Das Thermometer wurde hierauf abermals erhitzt, und die Zeit des Abkühlens, wie vorher zu wiederholten Malen bemerkt. Die mittleren Resultate folgen; und in einer Spalte die Differenzen der Logarithmen derjenigen Grade, welche die Erhöhung der Temperatur, über die der umgebenden Luft, deren Temperatur 40° war, ausdrücken. Das Thermometer war bis zum 275° der Skale erhitzt, mithin übertraf seine Temperatur, die der umgebenden Luft um 235°, und es ist offenbar weit zuträglicher von der Temperatur der Luft an die Rechnung anzufangen, und diese als das Zero zu betrachten: in welchem Falle 19 die Differenz der Logarithmen von 235 und 225 u. s. w. ausdrückt.

Das Thermometer erkaltete							Unbekleidete Kugel Sekunden	Mit Zinnfolie bekleidete Kugel Sekunden	Differenz der Logarithmen
Von	235°	bis	225°	in			11	17	19
—	225	—	215	—			12	18	20
—	215	—	205	—			13	18	21
—	205	—	195	—			14	19	22
—	195	—	185	—			15	20	23
—	185	—	175	—			16	22	24
—	175	—	165	—			17	24	25
—	165	—	155	—			19	26	27
—	155	—	145	—			20	28	29
—	145	—	135	—			21	30	31
—	135	—	125	—			22	31	33
—	125	—	115	—			24	33	36
—	115	—	105	—			27	36	39
—	105	—	95	—			30	40	43
—	95	—	85	—			34	48	48
—	85	—	75	—			39	54	54
—	75	—	65	—			45	62	62
—	65	—	55	—			52	73	73
—	55	—	45	—			62	88	87
—	45	—	35	—			78	110	109
—	35	—	25	—			120	165	146
—	25	—	15	—			160	244	222
							851	1206	1193

Betrachtet man diese Tabelle, so findet man, daß die ganze Zeit des Erkaltens, wenn die Kugel unbekleidet war, 851 Sekunden betrug; war sie hingegen mit

Zinnfolie bedeckt 1206 Sekunden, welche Zahlen sich nahe wie 17 zu 24 verhalten. Allein die Zeiten, welche verflossen um damit das Thermometer von 175° bis auf 165° erkaltete, standen in dem Verhältnisse wie 17 Sekunden zu 24 Sekunden, und die Zeiten in welchen es von 95° bis 85° erkaltete in dem Verhältnisse wie 34 und 48 Sekunden; welches genau dasselbe Verhältniß ist, in welchem die ganzen Zeiten stehen. Untersucht man überhaupt zwei correspondirende Zeiten, so wird man sie nahe in dem Verhältnisse wie 17 zu 24 finden.

Es folgt demnach aus dem Gesagten, daß dasselbe Gesetz des progressiven Abkühlens, sowohl bei metallischen als gläsernen Flächen statt finde, ganz den Resultaten von Herrn Leslie's Versuchen entgegen. Man muß jedoch nicht glauben, daß dieses Verhältniß für die beiden Arten von Oberflächen vollkommen korrekt sey. Wenn man auch noch so sorgfältig die Thermometerkugel mit Zinnfolie bekleidet, so wird doch dadurch die Oberfläche vergrößert, welches zur Folge hat, daß die Oberfläche schneller erkaltet, als es der Fall seyn würde, wenn die metallische Oberfläche genau dieselbe Größe wie die gläserne hätte.

Da die Differenzen der Logarithmen zufälliger Weise so nahe mit den Zeiten, in welchen das Abkühlen der metallischen Oberflächen erfolgt, zusammenstimmen; so bedarf es keiner Reduktion, und wir haben Gelegenheit zu bemerken, in wiefern das Gesetz der geometrischen Progression bei'm Erkalten, durch diesen Versuch unterstützt wird. Man ersieht, daß für 5 oder 6 der höchsten Intervalle der Temperatur, die Zeiten des Abkühlens et-

was kleiner, und für die beiden letzten, etwas größer sind, als das Gesetz erfordert.

Dritter Versuch.

Da Herr Leslie die Zeiten des Abkühlens metallischer Oberflächen, besonders in mäßigen Erhöhungen der Temperatur, bedeutend vergrößert fand; so wählte ich ein anderes Thermometer mit kleinerer Kugel und einer Skale, auf welcher jede zehn Grad einen Zoll einnahmen. Mit diesem wurde der Versuch auf die kurz vorher beschriebene Art angestellt, und es wurden nachstehende Resultate erhalten:

Das Thermometer erkaltete			Bei unbekleideter Kugel in Sekunden		Bei mit Zinnfolie belegter Kugel in Sekunden	Verhältniß der Logarithmen.
Von 75°	bis 65°	in	38		46	46
— 65	— 55	—	46	—	55	54
— 55	— 45	—	54	—	64	65
— 45	— 35	—	65	—	78	81
— 35	— 25	—	86	—	103	109
— 25	— 15	—	130	—	158	165
— 15	— 5	—	310	—	370	355
			729		874	875

In diesem Versuche verhalten sich die Summen der Zeiten des Abkühlens und die einzelnen Zeiten genau wie 10 für die gläsernen und 12 für die metallischen Oberflächen. Auch mit den logarithmischen Verhältnissen stimmen sie ziemlich gut. Die Wirkung der metallischen

Oberfläche unterscheidet sich von der der gläsernen in diesem Versuche weniger, als in dem vorhergehenden; denn da die Kugel kleiner war, so wnrde ihre Oberfläche durch die Zinnfolie in einem größeren Verhältnisse vergrößert. Diese wurde nehmlich in kleinen Streifen aufgeklebt, und war demnach an manchen Stellen doppelt.

Da mich diese Versuche hinreichend überzeugt hatten, daß die qualitative Beschaffenheit der Oberflächen der Körper, das Gesetz des Abkühlens nicht stöhre, ungeachtet sie einen wesentlichen Einfluß auf die Zeitdauer hat; so wünschte ich dennoch, bei der allgemeinen Genauigkeit der Versuche des Herrn Leslie, die Resultate genau auf dem von ihm befolgten Wege, zu bestimmen, um so mehr, da den oben angeführten Gründen zufolge, mein Verfahren nicht das richtige Verhältniß des Abkühlens für gleiche Oberflächen gab.

Vierter Versuch.

Ich nahm zwei neue zinnerne Büchsen, so wie man sie gewöhnlich zum Thee braucht, von zylindrisch conischer Gestalt, von denen jede 15 Unzen Wasser faßte. Die Oberfläche der einen wurde mit braunem Papier bedeckt, welches darauf fest geklebt wurde; statt des gewöhnlichen Deckels, wurden beide mit einem anderthalb Zoll im Durchmesser haltenden Korke versehen, und durch eine in der Mitte desselben angebrachte Oeffnung, wurde die Röhre eines sehr empfindlichen Thermometers hindurchgeführt, an welchem eine nach der neuen Eintheilung graduirte Skale, oberhalb des Korkes angebracht war. An beiden Büchsen war die Einrichtung, daß man die-

dieselben, nachdem sie mit Wasser gefüllt worden, an Fäden aufhängen konnte, und daß sich die Thermometer mit ihren Kugeln im Mittelpunkte derselben befanden. Sie wurden beide mit kochendem Wasser angefüllt, und in der Mitte eines Zimmers, dessen Temperatur 40° betrug, aufgehängt. Die Zeiten welche verflossen, um von zehn zu zehn Grad abzukühlen, wurden gefunden, wie es untenstehende Tabelle angiebt.

Das Wasser kühlte ab.	In der mit Papier bekleideten Büchse.	In der unbekleideten Büchse.	Verhältniß der Logarithmen.
Von 205° bis 195°	in 6,5 Min.	— 10 Min.	— 11
— 195 — 185	— 7	10,5	12
— 185 — 175	— 7,5	11 +	13
— 175 — 165	— 8 +	12	13
— 165 — 155	— 9	13,5	14
— 155 — 145	— 10	15	16
— 145 — 135	— 11,5	17	17
— 135 — 125	— 13	19	19
— 125 — 115	— 14,5	21,5	22
— 115 — 105	— 16	24	25
— 105 — 95	— 20	30	29
— 95 — 85	— 25	38	35
— 85 — 75	— 31	46	44
— 75 — 65	— 40	60	60
	219	327,5	330

Hier sind die Resultate eben so wichtig, als genügend. Nicht allein die Zeiten des Abkühlens stehen die ganze Reihe hindurch in dem gleichförmigen Verhältnisse wie 2 zu 3; sondern sie stimmen auch fast ganz genau

mit den logarithmischen Verhältnissen, welche die geometrische Progression des Abkühlens ausdrücken, zusammen. Da Versuche dieser Art leicht von jedem, ohne Hülfe eines kostspieligen Apparates und außerordentlicher Geschicklichkeit wiederholt werder können; so wäre es unnöthig, wenn man die Genauigkeit der oben angeführten, beharrlich vertheidigen wollte. Man ersieht aus der angeführten Tabelle, daß die Reihe, welche das Abkühlen angiebt; bei 205° der neuen Skale anfängt und bis zu 65° derselben fortgeht. Die Temperatur der umgebenden Luft war 40°, oder 25° unter dem äußersten Punkte der Reihe, welches mit 57° der alten Skale übereinkommt.

Es wird zweckmäßig seyn, die Ursache, von dem Unterschiede in der Zeit des Abkühlens, welcher durch eine Veränderung der Oberfläche hervorgebracht wird, aufzusuchen. Leslie hat gezeigt, daß die Oberfläche, wenn sie in Wasser getaucht wird, keinen Einfluß auf die Zeit des Abkühlens habe. Man sollte daher vermuthen, daß der Unterschied der Oberflächen in der Ausspendung von Wärme, lediglich von dem verschiedenen Vermögen des Ausstrahlens abhänge. Auch hat Leslie wirklich durch direkte Versuche bewiesen, daß die von einer gläsernen oder papiernen Oberfläche ausstrahlende Wärme, achtmal so groß sey, als die, welche von einer metallischen ausgestrahlt wird.

Räumt man dieses ein, so findet man leicht die Antheile Wärme, welche durch das Ausstrahlen verstreuet, und von der Atmosphäre hinweggeführt werden. Es bezeichne 1 die Menge Wärmestoff, welche in einem gegebenen kleinen Zeittheilchen von einer gläsernen, oder me-

tallischen Oberfläche durch die Atmosphäre abgeleitet wird; x drücke die Menge Wärmestoff aus, welche von einer metallischen Oberfläche in derselben Zeit ausstrahlt; so werden 8x die Menge Wärmestoff bezeichnen, welche in derselben Zeit von einer gläsernen Oberfläche ausgestrahlt wird. Aus den Resultaten des letzten Versuches geht aber folgendes Verhältniß hervor:

$$2 : 3 = 1 + x : 1 + 8x$$

Hieraus folgt $2 + 16x = 3 + 3x$ und $x = \frac{1}{13}$. Dieses giebt $1\frac{1}{13}$ für die ganze Menge Wärmestoff, welche das Metall ausgiebt, und $1\frac{8}{13}$ für die, welche vom Glase in derselben Zeit ausgegeben wird. Hier drückt die Einheit den abgeleiteten und der Bruch den ausgestrahlten Antheil aus.

Mit andern Worten: von einer metallischen Oberfläche werden 13 Theile Wärmestoff durch die Luft abgeleitet, und 1 Theil wird ausgestrahlt; von einer gläsernen Oberfläche, werden in einer bestimmten Zeit 13 Theile Wärmestoff abgeleitet, und 8 Theile werden ausgestrahlt.

Die Menge Wärmestoff, welche demnach von einer dem Ausstrahlen günstigsten Oberfläche, ausspendet wird, beträgt aller Wahrscheinlichkeit nach, nicht mehr, als 0,4 des Ganzen; und diejenige Menge Wärmestoff, welche die Luft fortleitet, nicht weniger als 0,6. — Herr Leslie hingegen, nimmt für die erstere 0,57 und 0,43 für die letztere an; weil er das Mißverhältniß in den Zeiten des Abkühlens bei gläsernen und metallenen Oberflächen größer fand, als ich es in den niedrigeren Theilen der Skale gefunden habe.

Die sich von selbst darbietenden Folgerungen dieser Lehre, sind in praktischer Hinsicht, nachstehende:

1. In allen Fällen, in welchen man die Hitze so lange als möglich zurückzuhalten wünscht, muß das enthaltende Gefäß von Metall, mit stark glänzender Oberfläche seyn.

2. Soll ein Körper die Wärme mit größtmöglichster Schnelligkeit von sich geben, so muß das enthaltende Gefäß, wofern es von Metall ist, angestrichen, mit Papier, Kohle, oder irgend einer animalischen oder vegetabilischen Substanz bedeckt werden; in diesem Falle wird die ausgegebene Wärme, zu der von einer metallenen Oberfläche ausgegebenen, sich wie 3 zu 2 verhalten.

Erscheinungen welche das Erkalten der Körper in verschiedenen Arten von elastischen Flüßigkeiten darbietet.

Der Körper erkaltet in einigen der elastischen Flüßigkeiten, in sehr verschiedenen Zeiten. Herr Leslie ist meinem Dafürhalten nach der erste, welcher diese Thatsache bemerkt hat; auch hat er uns die Resultate seiner Versuche in atmosphärischer Luft und Wasserstoffgas, von der gewöhnlichen Dichte; so wie in diesen Gasarten, die in verschiedenen Graden verdünnt worden, mitgetheilt. — Ich habe einige Versuche in der Absicht angestellt um das relative abkühlende Vermögen der Gasarten zu erforschen, und es möchte nicht unzweckmäßig seyn, die von mir erhaltenen Resultate hier mitzutheilen.

Mein Apparat war eine starke Flasche, welche ungefähr 15 bis 20 Kubikzoll enthielt. Sie war mit einem durchbohrten Korke versehen, durch welchen die Röh-

re eines Thermometers luftdicht hindurchging. An dieser waren zwei Striche mit einer Feile angebracht, welche einen Zwischenraum von 15° oder 20° um die Blutwärme in sich schloßen (comprizing an interval of 15 or 20°, about blood heat). Die Flasche wurde mit der zu prüfenden Gasart angefüllt und nachdem sie die Temperatur der umgebenden Luft angenommen hatte, wurde der Stöpsel herausgezogen, und sogleich an die Stelle desselben das erwärmte Thermometer mit seinem Korke gesetzt. Die Anzahl von Sekunden welche verflossen, während das Quecksilber von dem oberen Striche, zu dem unteren herabsank, wurden auf das genaueste bemerkt. Die Temperatur der umgebenden Luft war beständig.

Das in nachstehende Gasarten eingesenkte Thermometer kühlte ab

In kohlensaurem Gas . .	in 112 Sekunden
— schwefelhaltigem Wasserstoffgas, oxydirtem Stickgas und ölmachendem Gas	100 + —
— atmosphärischer Luft, Stickgas und Sauerstoffgas	100 —
— Salpetergas	90 —
— kohlenstoffhaltigem Wasserstoffgas .	70 —
— Wasserstoffgas	40 —

Die erkältende Eigenschaft des Wasserstoffgas ist in der That merkwürdig. Ich kühlte das Thermometer zehnmal nach einander in einer Flasche mit Wasserstoffgas ab; bei jedem Versuche wurde das Instrument herausgenommen, und der Stöpsel so lange aufgesetzt, bis die ursprüngliche Temperatur wieder hergestellt war. Bei

diesem Verfahren entwich jedesmal ein Antheil Wasserstoffgas und ein Antheil atmosphärische Luft trat an die Stelle desselben. Die Zeiten des Abkühlens, nahmen regelmäßig in folgender Ordnung zu, nemlich wie 40, 43, 46, 48, 51, 53, 56, 58, 60 und 62 Sekunden. Jetzt wurde die Mischung untersucht, und es fand sich, daß sie halb aus atmosphärischer Luft und halb aus Wasserstoffgas bestand. Es wurden hierauf gleiche Volumina Wasserstoffgas und athmosphärische Luft mit einander vermischt, und es wurde die Flasche mit dieser Mischung angefüllt. Als jetzt das erwärmte Thermometer in die Flasche gebracht wurde, so erfolgte das Abkühlen von einem Strich bis zum andern, wie im letzten Versuche, in 62 Sekunden.

In verdichteter Luft kühlen die Körper schneller ab, als in Luft von gewöhnlicher Dichte; und in verdünnter Luft weniger schnell, von welcher Beschaffenheit auch dieselbe seyn mag.

Die Resultate meiner eigenen Versuche in Hinsicht der atmosphärischen Luft, sind folgende:

Dichte der Luft.	Das Thermometer kühlte ab in
2	85 Sekunden
1	100 —
$\frac{1}{2}$	116 —
$\frac{1}{4}$	128 —
$\frac{1}{8}$	140 —
$\frac{1}{16}$	160 —
$\frac{1}{32}$	170 —

In einem kleinen, mit Wasserstoffgas angefülltem

Gefäße, in welchem das Thermometer um abzukühlen 40 Sekunden brauchte, erfolgte dieses, nachdem das Gas sieben bis achtmal verdünnt worden war, erst in 70 Sekunden. Die genauen Wirkungen des Verdünnens dieser und anderer Gasarten sind jedoch nicht bestimmt worden.

Herr Leslie hat durch Versuche gezeigt, daß im Wasserstoffgas ein nur geringer Unterschied in Ansehung der Zeit bei'm Abkühlen gläserner und metallener Oberflächen bemerkt werde. Die erstere war, wie 2,28 und die letztere wie 1,78. Hieraus schließt er mit vollem Rechte: „Diese Ungleichheit der Wirkung (bei athmosphärischer Luft und Wasserstoffgas) beweise, daß ihr Einfluß hauptsächlich, wenn nicht gänzlich, auf der Vergrößerung des entziehenden Vermögens (abductive power) beruhe."

Da in Hinsicht des Ausgebens des Wärmestoffs durch Ausstrahlen kein Unterschied in Wasserstoffgas und in der atmosphärischen Luft bemerkt wird; so kann man schließen, daß es in jeder andern Gasart dasselbe seyn werde; es erfolgt demnach unabhängig von dem Gas, und findet auf eine gleiche Art in einem luftleeren und einem mit Luft erfüllten Raume statt. Herr Leslie räumt gleichfalls ein, daß die durch Verdünnung der Luft hervorgebrachte Verminderung der Wirkung, ausnehmend gering sey; welches schwer zu begreifen wäre, wenn die Luft das Medium des Ausstrahlens wäre.

Setzt man die Wirkung des Ausstrahlens als beständig, so läßt sich die Wirkung der Dichte der Luft ausmitteln, und man wird sie, wie ich glaube, beinahe,

oder vielleicht genau, wie die Kubikwurzel der Dichte finden.

Man setze, um diese Hypothese mit der Erfahrung vergleichen zu können; die Zeit des Abkühlens in atmosphärischer Luft = 100, unter der Voraussetzung, daß die Dichte der atmosphärischen Luft = 1 sey; so wird, nachdem was früher gesagt wurde, 0,4 die Wärme, welche durch Ausstrahlen von einer gläsernen Oberfläche verloren geht, bezeichnen; so wie 0,6 das Quantum, welches durch das leitende Vermögen des Medium geraubt wird. Es drücke t die Zeit des Abkühlens in einer Luft deren Dichte d ist, aus, so wird man folgende Proportion ansetzen können:

$$100 : 0{,}4 = t : 0{,}004 . t$$

Hier drückt 0,004. t die Wärme aus, welche durch Ausstrahlen verloren geht. Die Wärme welche fortgeleitet wird, ist der Hypothese zufolge, gleich der Zeit multiplicirt mit der Kubikwurzel der Dichte $= 0{,}006 \times t\sqrt[3]{d}$; Hieraus folgt:

$$0{,}004\, t + 0{,}006 \times t\sqrt[3]{d} = 1$$

und $t = \dfrac{1}{0{,}004 + 0{,}006 \times \sqrt[3]{d}}$

Rechnet man nach dieser Formel, so findet man die Zeiten des Abkühlens in atmosphärischer Luft von verschiedener Dichte, wie folgt.

Dichte der Luft.	Zeit des Abkühlens.	
2	86,5	Sekunden.
1	100	—
$\frac{1}{2}$	114	—
$\frac{1}{4}$	129	—

Dichte der Luft.	Zeit des Abkühlens.	
$\frac{1}{8}$	143	Sekunden.
$\frac{1}{16}$	157	—
$\frac{1}{32}$	170	—
$\frac{1}{64}$	182	—
$\frac{1}{128}$	193	—
$\frac{1}{\infty}$	250	—

Diese Tabelle stimmt ziemlich genau, mit der im Vorhergehenden mitgetheilten überein, welche das Resultat wirklicher Beobachtung war. — Auf gleiche Art lassen sich die Zeiten des Abkühlens einer metallischen Oberfläche in verdünnter Luft finden, indem man in der oben stehenden Formel 0,0007 für 0,004 und 0,0093 für 0,006 setzt.

Die abkühlende Eigenschaft des Wasserstoffgas, unabhängig vom Ausstrahlen, läßt sich folgendermaßen finden. Es ist

100'': 0,4 = 40'': 0,16 = dem Wärmestoffe, welcher durch Ausstrahlen, während 40 Sekunden in diesem Gas verloren geht. Es ist daher 0,84 = dem Wärmestoff, welcher in 40 Sekunden von der Luft abgeleitet wird, welches 0,021 für die Sekunde machte. In atmosphärischer Luft beträgt aber der Verlust durch Abduktion für die Sekunde nur 0,006. Hieraus ersieht man, daß das erkaltende Vermögen des Wasserstoffgas $3\frac{1}{2}$ mal so groß sey, als das der atmosphärischen Luft

Man könnte nach der Ursache fragen, warum verschiedene Gasarten in Hinsicht der Wirkung des Abkühlens sich verschieden verhalten; um so mehr, da ange-

nommen wurde, daß jeder Atom in den verschiedenen Gasarten, dasselbe Quantum Wärmestoff besitze? Hierauf läßt sich antworten, daß die Gasarten sich in zwei wesentlichen Punkten von einander unterscheiden: durch die Anzahl der Atome in einem gegebenen Volumen, und durch das Gewicht, oder die Trägheit ihrer respektiven Atome. Nun streben sowohl die Anzahl der Atome, als das Gewicht derselben, die Bewegung eines Strohmes zu vermindern: das heist, wenn zwei Gasarten, dieselbe Anzahl von Theilchen in einem gegebenen Volumen besitzen, so ist es einleuchtend, daß diejenige den Wärmestoff am schnellsten verstreuen werde, welche Atome vom geringsten Gewichte enthält. Enthalten zwei Gasarten Theilchen von demselben Gewichte, so wird diejenige Gasart den meisten Wärmestoff verstreuen, welche die geringste Anzahl Atome in einem gegebenen Volumen enthält; denn der Widerstand, wird sich, unter übrigens gleichen Umständen, wie die Anzahl der zu bewegenden Theile verhalten.

Zu denjenigen Gasarten, welche in demselben Volumen beinahe dieselbe Anzahl von Theilchen enthalten, gehören das Wasserstoffgas, das kohlenstoffhaltige Wasserstoffgas, das schwefelhaltige Wasserstoffgas, das oxydirte Stickgas und das kohlensaure Gas. Diese leiten den Wärmestoff in derselben Ordnung, in welcher sie hier aufgeführt wurden; und zwar ist das Wasserstoffgas der beste, das kohlensaure Gas der schlechteste Leiter; und die Gewichte ihrer kleinsten Theilchen, nehmen in derselben Ordnung zu (man sehe Seite 84.).

Zu denen Gasarten, welche Atome von demselben Gewichte besitzen, allein eine verschiedene Anzahl derselben unter einem gleichen Volumen enthalten, gehören das Sauerstoffgas und das Wasserstoffgas. Letzteres besitzt das stärkste abkühlende Vermögen und die wenigsten Theilchen in einem gegebenen Volumen.

Achter Abschnitt.

Von der Temperatur der Atmosphäre.

Es ist eine merkwürdige Thatsache, welche überdieß, wie ich glaube, niemahls befriedigend erklärt worden ist, daß an allen Arten und zu allen Jahreszeiten die Temperatur der Atmosphäre, so wie man höher steigt, abnehme, und daß diese Abnahme beinahe eine arithmetische Progression befolge. Zuweilen mag es sich ereignen, daß dieses Faktum anders ausfällt, nähmlich daß die Luft an der Oberfläche der Erde kälter ist, als in höheren Regionen; dieß ist besonders beim Aufhören eines Frostes, wie ich bemerkt habe, der Fall. Dieses ist aber offenbar die Wirkung großer und außerordentlicher Bewegungen der Atmosphäre, und sie ist meistentheils von sehr kurzer Dauer. Was ist dann aber die Ursache dieser Veränderung der Atmosphäre, so wie man sich in die höhern Regionen derselben erhebt? Ehe diese Frage befriedigend beantwortet werden kann, wird es zweckmäßig seyn, die Mängel der gewöhnlichen Beantwortung in Erwägung zu ziehen.

Die Luft wird, sagt man, durch die direkten Strahlen der Sonne nicht erwärmt; diese gehen durch sie, als ein durchsichtiges Medium, ohne Wärme zu erregen, hindurch; bis sie die Oberfläche der Erde erreichen. Die

von ihnen erwärmte Erde giebt einen Theil der erhaltenen Wärme an die benachbarte Atmosphäre ab, während die oberen Schichten derselben im Verhältniß, als sie entfernter sind, einen geringeren Antheil Wärmestoff erhalten; wodurch eine stufenweise Abnahme der Temperatur hervorgebracht wird, der ähnlich, welche man an einer eisernen Stange bemerkt, die an dem einen Ende erhitzt wird.

Der erste Theil der Erklärung dieser Erscheinung ist aller Wahrscheinlichkeit nach richtig: die Luft scheint sich auf eine eigenthümliche Art gegen den Wärmestoff zu verhalten, indem sie denselben im strahlenden Zustande weder aufzunehmen noch von sich zu geben scheint. Ist aber dieses der Fall, so muß die Fortpflanzung der Wärme durch Luft, vermöge ihrer leitenden Kraft, eben so wie im Wasser bewirkt werden. Nun wissen wir aber, daß wenn man die untere Fläche einer Wasserfläche erwärmt, sich die Wärme durch das statt findende Aufsteigen der erwärmten Theilchen, welche sich mit großer Schnelligkeit nach oben bewegen, fortpflanzt: eben so gewiß ist es, daß erwärmte Luft in die Höhe steigt. Aus diesen Beobachtungen würde hervorgehen, daß die Ursachen, welche oben für die stufenweise Veränderung der Temperatur in einer senkrechten Säule der Atmosphäre angegeben wurden, genau auf einen Zustand der Temperatur passen würden, welcher gerade das Umgekehrte von dem, was die Erfahrung lehrt, wäre. Es würde nähmlich folgen, daß jemehr man sich von der Erde entfernt, oder in je höhere Regionen der Atmosphäre man sich begiebt, die Temperatur um so höher seyn müsse.

Die angeführten Gründe mögen nun richtig seyn oder nicht, so muß doch so viel allgemein eingeräumt werden, daß diese Thatsache bis jetzt noch keine befriedigende Erklärung erhalten hat. Ich glaube, daß dieselbe auf einem neuen Princip der Wärme beruht; hierunter verstehe ich ein Princip, welches in keiner andern Naturerscheinung angetroffen wird, und welches bis jetzt noch nicht als solches anerkannt wurde. Ich will mich bemühen, im Folgenden diesen Satz zu beweisen.

Dieses Princip ist nachstehendes: das natürliche Gleichgewicht des Wärmestoffs in der Atmosphäre tritt dann ein, wenn jeder Atom Luft in derselben senkrechten Säule mit demselben Quantum Wärmestoff begabt ist; und folglich findet das natürliche Gleichgewicht des Wärmestoffs in einer Atmosphäre dann statt, wenn die Temperatur, so wie man höher steigt, nach und nach abnimmt.

Daß dieß eine richtige Folgerung sey, kann nicht geläugnet werden, vorzüglich wenn man in Erwägung zieht, daß durch Verdünnen der Luft ihre Kapacität für den Wärmestoff zunimmt: ist demnach die Menge der Wärme ein bestimmtes Quantum oder beschränkt, so muß demnach die Temperatur durch die Dichte bestimmt werden.

Es ist ein ausgemachter Grundsatz, daß jeder Körper auf der Oberfläche der Erde unablässig nach einer Gleichheit der Temperatur strebe; der neu aufgestellte Grundsatz hingegen scheint eine Ausnahme gegen dieses Gesetz darzubieten. Untersucht man ihn jedoch genauer,

so wird er schwerlich in diesem Lichte erscheinen. Gleichheit des Wärmestoffs und Gleichheit der Temperatur, wenn sie auf denselben Körper in demselben Zustande angewandt werden, werden stets gleichförmig mit einander verbunden angetroffen, so daß man kaum daran denkt, einen Unterschied zwischen diesen beiden Ausdrücken zu machen. Niemand würde gegen das gewöhnlich beobachtete Gesetz, mit folgenden Worten ausgedrückt, eine Erinnerung machen: Wenn irgend ein Körper ungleich erwärmt wird, so findet man, daß das Gleichgewicht hergestellt werde, wenn jedes Theilchen des Körpers in den Besitz derselben Menge Wärmestoff kommt. Nun ist meines Dafürhaltens aber dieß so ausgedrückte Gesetz, das wahre, allgemeine Gesetz, welches sich sowohl auf die Atmosphäre als auf die übrigen Körper erstreckt. Es ist eine Gleichheit des Wärmestoffs, nicht aber eine Gleichheit der Temperatur, was die Natur herzustellen strebt.

Die Atmosphäre bietet uns in der That eine auffallende Eigenthümlichkeit in Hinsicht des Wärmestoffs dar. Wir sehen in einer senkrechten Luftsäule einen Körper, ohne daß er seinen Aggregatzustand verändert, langsam und stufenweise seine Kapacität für den Wärmestoff von einer geringeren zu einer größeren verändern; da alle übrigen Körper ihre gleichförmige Kapacität durch ihre Substanz hindurch beibehalten.

Frägt man, warum ein Gleichgewicht des Wärmestoffs vielmehr auf einer Gleichheit in der Menge, als einer Gleichheit in der Temperatur, beruhe, so muß

ich antworten, daß es mir unbekannt sey: ich gründe aber den Beweis für diese Behauptung darauf, daß uns die Erfahrung lehrt, daß so wie man höher in der Atmosphäre hinaufsteigt, die Temperatur ungleich werde. Wäre das natürliche Bestreben der Atmosphäre auf eine Gleichheit der Temperatur gerichtet, so sehe ich keinen Grund ein, warum die oberen Regionen in der Luft nicht wenigstens eben so warm, als die der untern seyn sollten.

Die Gründe, welche zur Unterstützung des aufgestellten Grundsatzes bereits angeführt wurden, erhalten durch nachstehende Beobachtungen neue Stärke. — Bouguer, Saussüre und Gay-Lüssac finden, daß die Temperatur der Luft in Höhen wo ihr Gewicht nur halb so groß war, als an der Oberfläche der Erde 50° niedriger war, als an der Oberfläche der Erde. Aus meinen Versuchen (Manch. Mem. vol. V. pag. 525) geht hervor, daß Luft, welche schnell bis auf die Hälfte verdünnt wird, 50° Kälte hervorbringe. Hieraus kann man schließen, daß wenn ein Maaß Luft von der Oberfläche der Erde in die oben angeführte Höhe, mit Beibehaltung ihrer ursprünglichen Temperatur gebracht würde, und sich hier ungehindert ausdehnen könnte, sie einen Raum von 2 Maaß einnehmen und dadurch auf dieselbe Temperatur wie die umgebende Luft gebracht werden würde. Oder umgekehrt, wenn 2 Maaß Luft aus gedachter Höhe zu einem Maaß verdichtet würden, so würde ihre Temperatur um 50° steigen, und sie würden eben so dicht werden und dieselbe Temperatur erhalten, wie ein gleiches Volumen Luft an

der Oberfläche der Erde. Auf gleiche Art kann man schließen, daß wenn eine Luftsäule, welche von der Erdoberfläche bis an die äußerste Gränze der Atmosphäre reichte, verdichtet und in eine horizontale Lage auf der Oberfläche der Erde gebracht würde, sie dieselbe Dichte und Temperatur wie die umgebende Luft erhalten würde, ohne daß sie einen Theil ihres Wärmestoffs fahren ließe oder einen neuen Antheil desselben aufnähme.

Einen andern wichtigen Grund zu Gunsten der hier aufgestellten Theorie bietet die Betrachtung einer aus Dunst bestehenden Atmosphäre dar. Man denke sich, daß die gegenwärtige Luftatmosphäre vernichtet und eine von Wasserdunst an ihre Stelle gesetzt würde, und nehme ferner an, daß die Temperatur dieser Atmosphäre durchgängig 212° und ihr Gewicht gleich dem Druck einer Quecksilbersäule von 30 Zoll wäre; so würde in einer Höhe von ungefähr 6 Englischen Meilen ihr Gewicht dem Druck einer Quecksilbersäule von 15 Zoll Länge gleich seyn, oder der Hälfte von dem Druck an der Oberfläche der Erde; in einer Höhe von 12 Meilen *) würde ihr Gewicht nur 7, 5 Zoll betragen, oder sie würde nur ein Viertheil jener Dichte haben u. s. w., und wahrscheinlich würde sich die Temperatur für jeden dieser Zwischenräume um 25° vermindern. Eine größere Verminderung kann nicht statt finden, denn es wurde oben (Seite 17 ff) gezeigt, daß eine Verminderung der Temperatur von 25° die Elasticität der Dünste auf die

*) Es wird hier durchgängig von englischen Meilen geredet, deren jede 5135 rheinländische Fuß enthält. Der englische Zoll verhält sich zum rheinländischen wie 13,513: 16, 696.

Hälfte zurück bringt; fände demnach eine größere Abnahme der Temperatur statt, so würde das Gewicht der darüber liegenden Atmosphäre einen Theil des Dunstes zu Wasser verdichten und das allgemeine Gleichgewicht würde ununterbrochen durch Verdichtung in den obern Regionen gestört werden. Nimmt man hingegen auf der andern Seite an, daß die Verminderung der Temperatur in jedem dieser Zwischenräume weniger als 15° betrage, so werden die oberen Regionen eine größere Menge Dunst, ohne ihn zu verdichten, aufzunehmen vermögen; an der Oberfläche der Erde mußte es aber statt finden, weil Wasserdunst bei einer Temperatur von 212° keinen stärkern Druck als den von einer Quecksilbersäule von 30 Zoll Höhe auszuhalten vermag.

Diese drei hypothetisch angenommenen Fälle einer aus Wasserdunst bestehenden Atmosphäre lassen sich auch auf eine andre Art so darstellen:

1. Das specifische Gewicht des Wasserdunstes an der Oberfläche der Erde werde 0, 6 von dem Gewichte der atmosphärischen Lufe gesetzt, und das Gewicht der aus Wasserdunst bestehenden Atmosphäre gleich 30 (Englischen) Zoll Quecksilber. Ihre Temperatur an der Oberfläche der Erde würde 212°; in einer Höhe von 6 englischen Meilen 187°; in einer Höhe von 12 englischen Meilen 162°; in einer Höhe von 18 englischen Meilen 137°; in einer Höhe von 24 englische Meilen 112° u. s. w. seyn. — In diesem Falle würde die Dichte nicht allein an der Oberfläche der Erde, sondern in jeder beliebigen Höhe ein Maximum, oder die größtmöglichste für die daselbst herrschende Temperatur seyn; so daß,

nachdem einmahl ein vollkommenes Gleichgewicht erhalten worden, weder eine Verdichtnng, noch irgend eine Verdunstung in einer dieser Regionen statt finden könne. Für jede 400 Yard's (gleich 1165, 5 Rheinl. Fuß) Erhöhung, würde das Thermometer um einen Grad sinken.

2 Wäre die Einrichtung der Atmosphäre genau so wie die vorher beschriebene, nur mit der Ausnahme, daß die Temperatur schneller als um 25° für jede 6 englische Meilen abnehme; so würde die Temperatur der höheren Regionen nicht groß genug seyn, um dem Druck ein hinreichendes Gegengewicht entgegenzusetzen, und es wird eine Verdichtung statt finden müssen. Dadurch würde das Gewicht vermindert werden, da aber vorausgesetzt wird, daß die Temperatur an der Oberfläche sich stets auf 212° erhalte, so muß daselbst des Verdunsten fortschreiten, um den Druck von 30 (Englischen) Zollen Quecksilber aushalten zu können. Es würde daher ein ununterbrochener Kampf zwischen dem frisch gebildeten Dunste, welcher aufstiege und den verdichteten Regentropfen, welche herabfielen, seyn. Eine Voraussetzung, welche weit weniger wahrscheinlich ist, als die vorhergehende.

3. Man nehme dieselbe Voraussetzung wie im Vorhergehenden an, lasse aber die Abnahme der Temperatur weit langsamer statt finden, als 25° für 6 englische Meilen; so wird in diesem Falle die Dichte des Wasserdunstes an der Oberfläche der Erde, nach Maaßgabe der Temperatur ein Maximum seyn, sonst aber an keinem andern Orte; so daß, wenn man ein Quantum Wasser auf irgend eine Höhe brächte, es verdunsten würde. Das

vermehrte Gewicht die Atmosphäre würde eine Verdichtung des Wasserdunstes zu Wasser an der Erdoberfläche zu Wege bringen. In diesem Falle würde nicht das Gleichgewicht statt finden, das wir im ersten Falle erblicken, und welches doch so sehr mit der Regelmäßigkeit und der so allgemein beobachteten Einfachheit der Naturgesetze zusammenstimmt.

Daß eine Atmosphäre von Wasserdunst, welche unabhängig von den andern Atmosphären, — mit denen sie doch nothwendigerweise innig gemischt seyn muß, — die Erde wirklich umgebe, läßt sich, meines Erachtens, vollkommen erweisen. Ich habe mich bemühet, dieß in verschiedenen Abhandlungen, welche in den Schriften der Gesellschaft von Manchester und in Nicholson's Journal enthalten sind, zu beweisen und zu erörtern; und ich verweise hier auf das an den angeführten Orten Gesagte. Nun muß aber eine aus einer elastischen Flüssigkeit bestehende Atmosphäre, ihr Druck mag dem von 30 Zollen Quecksilber, oder dem von einem halben Zoll gleich seyn, denselben allgemeinen Gesetzen folgen. Es scheint aber beinahe, daß eine aus Wasserdunst bestehende Atmosphäre ihre Temperatur, wenn man sich in höhere Regionen derselben erhebt, weniger schnell ändern müsse, als unsere aus Luft bestehende Atmosphäre.

Es muß mithin eine derjenigen ähnliche Wirkung, welche im zweiten Falle angedeutet wurde, sich in unserer gemischten Atmosphäre zutragen; — nähmlich eine Verdichtung des Dunstes in den höheren Regionen in demselben Augenblicke, in welchem eine Verdunstung in den niedrigeren statt findet. — Dieß ist wirklich, wie

jeder aus eigenen Beobachtungen weiß, ein Fall, welcher sich fast jeden Tag ereignet; häufig ist ein wolkiges Luftstratum in den oberen Regionen befindlich, während die tiefer liegenden verhältnißmäßig trocken sind.

Zusatz zu diesem Abschnitt.

Ich verdanke dem Herrn Ewart die ersten Winke zu der Idee, welche die elastischen Flüssigkeiten betrifft, die ich im gegenwärtigen Abschnitte zu entwickeln bemühet war. Er bemerkte gegen mich vor einiger Zeit, daß es wahrscheinlich sey, daß Wasserdunst bei irgend einer niedrigen Temperatur, wie z. B. bei der von 32°, für welche er das Maximum der Dichte besitzt, dieselbe Menge absoluten Wärmestoff enthalte, als ein gleiches Gewicht Wasserdunst von 212° vom Maximum der Dichte für diese Temperatur; und daß dem zufolge, wenn man ihn nach und nach zusammendrücken könnte, ohne daß er Wärmestoff verlöre, d. h. wenn das denselben enthaltende Gefäß mit ihm in der Zunahme der Temperatur Schritt hielte, nie eine Verdichtung des Wasserdunstes zu Wasser statt finden könne, sondern daß derselbe stets einen elastischen Zustand beibehalten werde.

In der That ist die Wärme, (von 1000°) welche der Wasserdunst beim Verdichten zu Wasser fahren läßt, bloß Wärmestoff, welcher in Folge des statt findenden Druckes frei wird. Es tritt keine Veränderung in der Verwandtschaft der Wassertheilchen zum Wärmestoff ein. Das Austreiben des Wärmestoffs wird lediglich durch Annäherung der Theilchen des Wassers bewirkt, und die Erscheinung würde genau dieselbe seyn, wenn innere Anziehung oder äußerer Druck diese Annäherung hervor-

brächte. Schätzt man die Wärme, welche frei werden würde, wenn man durch mechanischen Druck den Wasserdunst von einem Volumen gleich 2048 auf 1 dadurch zurückbrächte, daß man nach und nach die Dichte verdoppelte, uud nehme man wie oben an, daß bei jeder Verdoppelung der Dichte 25° Wärmestoff frei würden, so würde man finden daß zwölf auf einander folgende Operationen das Volumen des Wasserdunstes auf 1 zurückbringen und daß nur 300° Wärme frei werden würden. Man kann aber nicht schließen, daß durch jede der auf einander folgenden Verdichtungen genau dieselbe Menge Wärmestoff in Freiheit werde gesetzt werden, obgleich dieses in den meisten dieser Verdichtungen der Fall seyn möchte: gegen das Ende des Prozesses steht der Raum, welchen der solide Atom oder das kleinste Theilchen der Materie einnimmt, in einem beträchtlichen Verhältnisse zu dem ganzen Raum, der von ihm und seiner ihm zugehörenden Atmosphäre eingenommen wird. Bei dem ersten Zusammendrücken könnte man sagen, daß die Atmosphäre von Wärmestoff auf den halb so großen Raum zurückgebracht wäre; bei dem letzten hingegen würde die Reduction weit größer seyn, und es würde demnach weit mehr Wärmestoff ausgeschieden werden, als der Theorie zufolge gefunden wird.

Seitdem das oben Stehende schon niedergeschrieben war, bemerkte Herr Ewart gegen mich, daß die vorgetragenen, den Wasserdunst betreffenden Ideen, welche ich ihm verdanke, ursprünglich Herrn Watt angehörten. In Black's Lectures Vol. I. pag. 190 (deutsche Uebersetzung von Crell B. I. Seite 239) sagt der Ver-

fasser, indem er von Watt's Versuchen über den Wasserdunst bei niedrigen Temperaturen redet: „wir finden, daß die verborgene Wärme des Wasserdunstes wenigstens um so viel vermehrt werde, als die empfindbare Wärme vermindert wird.“ Es ist zu verwundern, daß eine so merkwürdige Thatsache als diese, so lange bekannt seyn konnte, ohne daß ihr eine ihrer Wichtigkeit angemessene Aufmerksamkeit geschenkt wurde.

Neunter Abschnitt.

Von den Erscheinungen, welche das Gefrieren des Wassers darbietet.

Das Gefrieren des Wassers ist mit mehreren merkwürdigen Erscheinungen vergesellschaftet, und einige derselben sind so sehr von denen verschieden, welche man der Analogie zu Folge erwarten sollte, daß meinem Dafürhalten nach, bis jetzt noch keine Erklärung, die mit den Grundsätzen der Physik übereinstimmend wäre, gegeben worden ist, welche alle dabei statt findenden Erscheinungen auf eine befriedigende Art erklärt. Der Versuch, eine solche Erklärung zu liefern, ist der Gegenstand gegenwärtiger Abhandlung. Es wird jedoch zweckmäßig seyn, vor allen Dingen die hauptsächlichsten, hierauf Bezug habenden Thatsachen voranzuschicken.

1. Das Eis ist specifisch leichter als das Wasser, und das specifische Gewicht des ersteren verhält sich zu dem des letzteren wie 92 zu 100.

2. Setzt man Wasser in einem geräumigen aufgehängten Gefäße, in einer ruhigen Luft einer Temperatur von 20 bis 30° aus, so läßt es sich, ohne zu gefrieren, 2 bis 3° unter den Gefrierpunkt erkälten; so wie aber die mindeste Erschütterung statt findet, so erscheinen augenblicklich eine Menge glänzender, sechsseitiger Spieß-

chen, welche in dem Wasser schwimmen, und langsam in demselben in die Höhe steigen.

3. Man bemerkt, daß im Anfange und überhaupt in der früheren Periode des Gefrierens diese Spießchen sich stets unter Winkeln von 60 oder 120° aneinander legen.

4. Während des Gefrierens wird so viel Wärmestoff frei, daß dadurch die Temperatur des Wassers bis auf 150° der neuen Skale erhoben werden könnte. Dasselbe Quantum verbindet sich beim Schmelzen des Eises wieder, mit diesem. Diese Menge möchte ungefähr $\frac{1}{40}$ des ganzen Quantum Wärmestoffs, welches das Wasser bei einer Temperatur von 32° enthält, betragen.

5. Das Wasser ist bei 36° nach der alten Skale, oder bei 38° der neuen am dichtesten: von diesem Punkte an dehnt es sich, sowohl beim Erkalten als beim Erwärmen, dem so oft angeführten Gesetze gemäß: nemlich wie die Quadrate der Temperaturen, aus.

6. Setzt man das Wasser der Luft aus, und wird es bewegt, so kann es nicht unter 32° erkältet werden. Die Einwirkung der Kälte bringt einen Theil des Wassers zum Gefrieren, und die Mischung aus Eis und Wasser erfordert die Temperatur von 32°.

7. Wenn das Wasser ruhig erhalten wird, und die Kälte nicht zu strenge ist, so läßt es sich in großen Massen, ohne zu gefrieren, bis auf 25° oder noch tiefer erkälten; schließt man das Wasser in eine Thermometerkugel ein, so ist es äußerst schwer, es durch irgend eine kaltmachende Mischung bei einer Temperatur über 15°, nach der alten Skale, zum Gefrieren zu bringen; es ist

aber eben so schwer, das Wasser weit unter diese Temperatur zu erkälten, ohne daß es gefriere. Ich habe es bis 7 oder 8° herabgebracht, und nach und nach es wieder erwärmt, ohne daß ein Theil desselben gefror.

8. In dem letzten Falle, den man ein gezwungenes Erkälten des Wassers nennen könnte, wird das oben aufgestellte Gesetz der Ausdehnung gleichfalls bemerkt.

9. Wird Wasser in einer Thermometerkugel bis auf 15° oder noch tiefer erkältet so bleibt es vollkommen durchsichtig; wenn es aber zufälliger Weise gefriert, so ist das Gefrieren fast augenblicklich. Die Kugel wird in demselben Momente undurchsichtig und weiß wie Schnee, und das Wasser wird in die Röhre hinauf getrieben.

10. Wird Wasser bis unter den Frostpunkt erkältet, und das Gefrieren erfolgt plötzlich, so steigt die Temperatur augenblicklich bis auf 32°.

Um diese Erscheinung zu erklären, denke man sich, daß die letzten, oder kleinsten Theilchen des Wassers, alle eine kugelförmige Gestalt und genau dieselbe Größe haben. Man denke sich ferner diese Atome in Quadrate geordnet, wie es Fig. I. der dritten Tafel darstellt, so daß jedes einzelne Theilchen vier andere in derselben horizontalen Ebene liegende berühre. Auf dieser Schichte ruhe, eine zweite Lage von Theilchen, gleichfalls in Quadrate geordnet, doch so, daß jedes Kügelchen in die Hölung, welche vier andre, in der ersten Lage bilden, falle, und folglich auf vier Punkten ruhe, welche um 45° über den Mittelpunkt der Kügelchen erhaben sind. Die

dritte Figur stellt einen senkrechten Durchschnitt eines solchen Kügelchens, welches auf zwei Diagonalkügelchen des Quadrates ruht, dar. So denke man sich eine dritte Lage, welche auf gleiche Art auf der zweiten ruhet, u. s. w. Das Ganze wird einer viereckigten, aus Schrot bestehenden Säule ähneln. — Diese beschriebene Anordnung wird dazu dienen können, um ein Schema des Wassers bei der Temperatur, wo dasselbe am dichtesten ist, darzustellen.

Um die Anzahl der Kügelchen in einem kubischen Gefäß, dessen Seite gegeben ist, zu finden, setze man die Anzahl der Theilchen, die sich in einer Linie oder Seite des Würfels befinden, gleich n; dann wird n^2 die Anzahl der Kügelchen in jeder Horizontalschichte bezeichnen; und weil die Linie, welche die Mittelpunkte zweier sich berührenden Theilchen in verschiedenen Stratis verbindet, mit der horizontalen Ebene einen Winkel von 45° macht, so wird die Anzahl der Lagen in der gegebenen Höhe $= \frac{n}{\sin. 45°} = \frac{n}{\frac{1}{2}\sqrt{2}}$ seyn. Hieraus findet man die Anzahl der Theilchen in dem kubischen Gefäße $= \frac{n^3}{\frac{1}{2}\sqrt{2}}$ $= n^3 \sqrt{2}$.

Man denke sich nun, daß die viereckige Säule, deren Basis ein Quadrat ist, plötzlich zu einem rhomboidalen Körper ausgezogen werde; (Fig. 2) so wird jedes horizontale Stratum noch immer dieselbe Anzahl Theilchen wie vorher, nur in einem mehr verdichteten Zustande enthalten, indem jedes Theilchen jetzt in Berührung mit sechs andern ist. Um jedoch dieser Verdichtung entgegen zu wirken, sind die verschiedenen, auf einander fol-

genden Strata mehr erhöht als vorher, so daß die Säule am Gewichte zugenommen hat. Es entsteht demnach die Frage; ob ein Gefäß von bestimmter Kapacität in dieser, oder in der ersten Gestalt, eine größere Anzahl von Theilchen enthalten werde? Man muß bemerken, daß im letzten Falle jedes Theilchen einer obern Lage nur auf zwei Theilchen einer untern ruhe, und demnach wie es die vierte Figur vorstellt, durch den Siuus von 60° erhoben werde. Die Grundflächen der beiden Säulen verhalten sich wie 1 zu $\sqrt{\frac{3}{4}}$ und ihre Höhe wie $\sqrt{\frac{1}{2}}$ zu $\sqrt{\frac{3}{4}}$; ihr körperlicher Inhalt aber verhält sich wie die Produkte aus den Grundflächen in die Höhen, oder wie $\sqrt{\frac{1}{2}}$ zu $\frac{3}{4}$ d. h. nahe wie 0,707 : 0,750, oder wie 94 : 100. Man ersieht hieraus, daß die erste Anordnung mehr Theilchen in einem gegebenen Raume als die zweite enthalte, und daß diese 6 Procent betrage.

Die letzte oder die rhomboidale Anordnung ist diejenige, von welcher man annimmt, daß die Theilchen des Wassers beim Gefrieren in ihr aneinander gereihet sind. Das specifische Gewicht des Eises müßte sich demnach zu dem des Wassers wie 94 : 100 verhalten. Man muß jedoch nicht vergessen, daß das Wasser, dem Volumen nach, gewöhnlich 2 Procent atmosphärische Luft enthalte, und daß diese Luft beim Gefrieren in Freiheit gesetzt werde, und gewöhnlich auf solche Art mit dem Eise verwickelt sey, daß sie sein Volumen, nicht aber wesentlich sein Gewicht vermehre. Dadurch wird das specifische Gewicht des Eises um 2 Procent oder auf 92 herabgebracht, welches genau mit der Beobachtung übereinstimmt. Hierdurch ist die erste Thatsache erklärt worden.

Der Winkel des Rhombus ist 60° und sein Supplement 120°; sollten sich demnach besondere Winkel beim Akte des Gefrierens manifestiren, so müssen wir diese in Uebereinstimmung mit dem zweiten und dritten Phänomen erwarten.

Findet eine merkwürdige Veränderung irgend eines Körpers, es sey durch Hinzutritt und Verbindung neuer Theilchen, oder durch neue Anordnungen der in demselben schon befindlichen statt, so müssen offenbar Modifikationen in den Atmosphären des Wärmestoffs eintreten; obgleich es schwer ist, wie z. B. im gegenwärtigen Falle, die Größe und zuweilen auch die Art der dadurch hervorgebrachten Veränderung zu schätzen. Sofern stimmt demnach die vorgetragene Theorie mit dem vierten Phänomen.

Um die anderen Phänomene zu erklären, wird es erforderlich seyn, genauer die Art und Weise, auf welche Körper durch den Wärmestoff ausgedehnt werden, zu betrachten. — Wird die Ausdehnung nur allein durch Erweiterung der individuellen Atmosphäre derjenigen Theilchen, aus welchen der Körper zusammengesetzt ist, veranlaßt? Dieß ist der Fall bei den elastischen Flüßigkeiten, vielleicht auch bei den festen, aber gewiß nicht bei den tropfbar flüßigen. Wie wäre es möglich, daß das Wasser durch einen Raum, der durch 1 vorgestellt werden kann, beim Zusatze eines gewissen Quantums Wärmestoff bei e i n e r T e m p e r a t u r, und um 340 Theile bei dem Zusatze einer gleichen Menge Wärmestoff bei e i n e r a n d e r n T e m p e r a t u r ausgedehnt werden könne, wenn beide Temperaturen von dem absoluten Zero, die eine

vielleicht um 6000°, die andre um 6170° entfernt sind? Diese Thatsache läßt sich durch keine andere Annahme erklären, als daß eine Veränderung in der Anordnung der den Körper bildenden Theilchen statt finde; und eine stufenweise Veränderung aus der ein Quadrat bildenden Anordnung in die rhomboidale, wird wahrscheinlich sowohl durch einen Zusatz, als durch ein Entziehen des Wärmestoffs bewirkt. Man muß demnach annehmen, daß die Theilchen des Wassers, welches die größtmöglichste Dichte hat, in Gestalt eines Quadrates angeordnet sind; wenn aber eine bestimmte Menge Wärmestoff zugesetzt, oder davon genommen wird, daß dann die Theilchen ihre Annäherung zu der rhomboidalen Form anfangen und folglich das Ganze ausgedehnt werde; und daß dasselbe bei derselben Veränderung der Temperatur, sie sey über oder unter diesem Punkte, sich ereignen werde.

Entzieht man Wasser, dessen Temperatur 38° beträgt, Wärmestoff; so ist Ausdehnung und eine mäßige Neigung der Theilchen zur rhomboidalen Form die Folge davon. Dieses rückt aber nicht weit vor, weil die Masse sich in einer zitternden Bewegung befindet, durch welche die Hinderungen, welche die Reibung veranlaßt, zum Theil gehoben werden. Durch die Energie gewisser Verwandtschaften, tritt die neue Form in einem Momente ein, und es wird ein Antheil Eis gebildet; es wird Wärmestoff frei, wodurch die fortschreitende Bildung des Eises aufgehalten wird, bis endlich das Ganze zu Eis erstarrt.

Dieß ist der gewöhnliche Hergang beim Gefrieren. Wird aber die Masse des erkalteten Wassers in einem Zustande der vollkommenen Ruhe erhalten, so kann die

stufenweise Annäherung zur rhomboidalen Form viel weiter getrieben werden; die Ausdehnung schreitet auf die gewöhnliche Weise fort, und die geringe Reibung oder Adhäsion der Theilchen reicht hin, dem Gleichgewichte der Kräfte, zu Gunsten der neuen Bildung, entgegen zu wirken, bis irgend eine zufällige Erschütterung dazu beiträgt, das Gleichgewicht in Ordnung zu bringen. Eine ähnliche Operation findet Statt, wenn man ein Stück Eisen auf einen Tisch legt, und diesem nach und nach einen Magnet näher bringt; die Entfernung, bis auf welche eine Annäherung ohne wirklich eintretende Berührung statt findet, ist um so kleiner, je sorgfältiger jede zitternde Bewegung des Tisches vermieden wird. — So wären demnach auch die übrigen Phänomene erklärt worden.

Kapitel II.

Von der Zusammensetzung der Körper.

Man unterscheidet drei verschiedene Arten des Seyns bei den Körpern, oder drei Zustände derselben, welche besonders die Aufmerksamkeit der Naturforscher auf sich gezogen haben; es sind diejenigen, welche man mit den Ausdrücken: elastischflüssige, tropfbarflüssige und feste Körper unterscheidet. Das Wasser bietet uns ein sehr bekanntes Beispiel eines Körpers dar, welcher unter gewissen Umständen vermögend ist, alle diese drei Zustände anzunehmen. Im Wasserdunste erkennen wir eine vollkommen elastische Flüßigkeit; im Wasser einen vollkommen tropfbar flüßigen und im Eise einen vollkommen festen Körper.

Diese Beobachtungen haben stillschweigend zu dem Schlusse geführt, welcher allgemein angenommen zu seyn scheint, daß alle Körper von merklicher Größe, sie mögen sich im Zustande tropfbar flüssiger oder fester Körper befinden, aus einer ungeheuren Anzahl ausnehmend kleiner Theilchen oder Atome bestehen, welche durch die Kraft der Anziehung zusammengehalten werden. Diese letztere ist den Umständen nach mehr oder weniger merklich, und wird insofern sie die Trennung derselben zu verhindern bemühet ist, in dieser Hinsicht sehr schicklich

An-

Anziehung der Cohäsion genannt; sofern sie aber dieselben aus einem verstreuten Zustande in einen mehr verdichteten sammelt, (wie z. B. die im Wasserdunste mehr auseinander gerückten Theilchen zu Wasser) so nennt man sie Anziehung der Aggregation oder des Zusammenhanges, oder einfache Verwandtschaft. Welchen Namen man ihr aber auch geben mag, so bezeichnet man damit doch stets ein und dieselbe Kraft.

Meine Absicht ist es keinesweges, diesen Schluß, welcher mir vollkommen genügend zu seyn scheint, in Anspruch zu nehmen; ich will vielmehr zeigen, daß wir bis jetzt keinen Gebrauch davon gemacht haben, und daß die Folge dieser Vernachläßigung eine sehr trübe Ansicht der chemischen Wirksamkeit war, welche sich täglich noch mehr verdunkelt, in Maaßgabe des neuen Lichtes, welches man über dieselbe zu verbreiten bemühet ist.

Die Meinungen, auf welche ich hier besonders anspiele, sind die, welche Berthollet in seiner Schrift über die Gesetze der chemischen Verwandtschaft aufgestellt hat: daß die chemische Wirksamkeit mit der Masse im Verhältnisse stehe, und daß bei allen chemischen Verbindungen unmerkliche Abstufungen in dem Verhältnisse der Bestandtheile statt finden. Die Unverträglichkeit dieser Meinungen sowohl mit dem, was Beobachtungen als was Raisonnement zeigen, wird, wie ich glaube, keinem entgehen, welcher eine richtige Ansicht dieser Erscheinungen gefaßt hat.

Ob die letzten Theilchen der Körper, z. B. des Wassers, alle gleich sind, d. h. dieselbe Gestalt, dasselbe Gewicht u. s. w. besitzen, ist eine Frage von einiger Wich-

tigkeit. Aus dem, was wir hierüber wissen, geht kein Grund hervor, in diesen Stücken eine Verschiedenheit anzunehmen. Findet dieß aber im Wasser statt, so muß dieß gleichfalls bei den Elementen, welche das Wasser bilden, nehmlich beim Wasserstoff und Sauerstoff statt finden. Nun ist es kaum möglich, zu begreifen, wie die Aggregate so unähnlicher Theilchen so gleichförmig dieselben seyn können. Wären einige Theilchen des Wassers schwerer als die andern, und bestände ein Theil dieser Flüßigkeit bei irgend einer Veranlassung vorzüglich aus diesen schweren Theilchen, so müßte man annehmen, daß dadurch das specifische Gewicht der Masse afficirt werde, ein Umstand, welcher keineswegs bemerkt worden ist. Aehnliche Bemerkungen lassen sich bei andern Substanzen machen. Man kann demnach schließen: daß die letzten Theilchen aller homogenen Körper vollkommen gleich in Gewicht, Figur u. s. w. sind. Mit andern Worten, jedes Theilchen Wasser ist gleich jedem andern Theilchen Wasser; jedes Theilchen Wasserstoff ist gleich jedem andern Theilchen Wasserstoff u. s. w.

Außer der Kraft der Anziehung, welche allgemein allen ponderabeln Körpern angehört, finden wir eine andere, eben so allgemeine Kraft, deren Wirksamkeit jede uns bekannte Materie unterworfen ist, nehmlich die Kraft der Repulsion. Diese wird nun allgemein, und ich glaube mit Grund, der Wirksamkeit des Wärmestoffs zugeschrieben. Eine Atmosphäre dieser feinen Flüßigkeit umgiebt beständig die Atome aller Körper, und verhindert sie, in wirkliche Berührung zu kommen. Dieses scheint dadurch auf eine genügende Art dargethan zu wer-

den, daß das Volumen eines Körpers vermindert werden kann, wenn man ihm etwas von seinem Wärmestoffe entziehet. Nach dem, was aber im letzten Abschnitte festgesetzt wurde, scheint es, daß die Erweiterung und Verminderung des Volumens wohl mehr von der Anordnung, als von der Größe der letzten Theilchen abhänge. Dem sey jedoch, wie ihm wolle, so können wir nicht umhin, aus der vorhergehenden Lehre vom Wärmestoffe, und besonders aus dem, was in dem Abschnitte über das natürliche Zero der Temperatur gesagt wurde, zu schließen, daß feste Körper, wie z. B. Eis, eine Menge Wärmestoff, vielleicht $\frac{4}{5}$ desjenigen enthalten, welches dieselben im Zustande elastischflüssiger Körper, z. B. als Wasserdunst, besitzen.

Wir wollen jetzt in Erwägung ziehen, wie diese beiden, einander entgegen wirkenden Kräfte der Anziehung und Repulsion angeordnet sind, um damit die drei verschiednen Zustände der Körper als elastischflüßige tropfbar flüßige und feste hervorgehen können. Diesem Gegenstande sollen vier Abschnitte gewidmet werden, wovon der erste von der Zusammensetzung der rein elastischen Flüßigkeiten; der zweite von der Zusammensetzung der gemischten elastischen Flüßigkeiten; der dritte von der Zusammensetzung der tropfbaren Flüßigkeiten; und der vierte von der Zusammensetzung der festen Körper handeln wird.

Erster Abschnitt.

Von der Zusammensetzung der rein elastischen Flüßigkeiten.

Man nennt eine rein elastische Flüßigkeit diejenige, deren Bestandtheile vollkommen gleich sind, oder sich auf keine Art von einander unterscheiden lassen. Wasserdunst, Wasserstoffgas, Sauerstoffgas, Stickgas und verschiedene andere gehören zu dieser Klasse von Körpern. Diese Flüßigkeiten bestehen aus Theilchen, welche von weit ausgedehnten aus Wärmestoff bestehenden Atmosphären umgeben sind, indem die Kapacitäten oder das Volumen die Atmosphären, oft ein bis zweitausend Mahl das Volumen des Theilchens in einem tropfbarflüßigen oder festen Zustande übertreffen.

Welches demnach auch die Gestalt oder die Figur des festen Atoms, an und für sich betrachtet seyn möge, so muß dennoch derselbe, wenn er mit einer Atmosphäre umgeben ist, kugelförmig seyn. Da aber alle Kügelchen in einem bestimmten, kleinen Volumen demselben Drucke unterworfen sind, so muß der Umfang derselben gleich groß seyn, und sie müssen sich demnach in horizontalen Schichten geordnet befinden, wie wir dieß bei einem Haufen Schroot erblicken. Man bemerkt, daß sich ein bestimmtes Quantum der elastischen Flüßigkeiten ausdehnt, wenn der Druck hinweggenommen wird. Dieß

beweist, daß in diesen Fällen die Repulsion die Attraktion übertreffe.

Es fehlt uns an Mitteln, die absolute Attraktion und Repulsion der Theilchen einer elastischen Flüßigkeit zu schätzen, ob gleich es wohl keinem Zweifel unterworfen ist, daß die gleichzeitige Wirkung beider groß sey; allein der Ueberschuß der Repulsionskraft über die Anziehungskraft läßt sich in mehreren Fällen schätzen, und das Gesetz der Zunahme und Verminderung darlegen. So kann man bei'm Wasserdunste die Dichte desselben gleich $\frac{1}{1728}$ von der des Wassers setzen; folglich hat jedes Theilchen des Wasserdunstes einen zwölfmal so großen Diameter als ein Wassertheilchen, und muß auf 144 Theile einer Wasserfläche den Druck ausüben. Allein der Druck auf jedes Theilchen ist gleich dem einer Wassersäule von 34 Fuß Höhe; demnach ist der Ueberschuß der Expansionskraft in einem Theilchen Wasserdunst gleich dem Gewichte einer Säule Wassertheilchen, deren Höhe $34 \times 144 = 4896$ Fuß beträgt. Die Expansionskraft nimmt ferner ab, so wie die Entfernung der Theilchen zunimmt. In Hinsicht des Wasserdunstes und anderer elastischer Flüßigkeiten, wird der Kraft der Kohäsion von der der Repulsion vollkommen das Gleichgewicht gehalten, und die einzige Kraft, welche wirksam ist, die Theilchen in Bewegung zu setzen, ist der Ueberschuß der Repulsionskraft über die der Anziehung. Wenn demnach die Attraktionskraft = 10 und die Repulsionskraft = 12 ist, so ist die einen Erfolg hervorbringende Repulsionskraft = 2. Man sieht hieraus, daß eine elastische Flüßigkeit, weit entfernt, einer Kraft zur Trennung ihrer

Theilchen zu bedürfen, stets eine Kraft erfordert, um sie in ihrer Lage zu erhalten, oder ihre Trennung zu verhindern.

Ein mit irgend einer elastischen Flüßigkeit angefülltes Gefäß, kann von der Einbildungskraft unter dem Bilde eines mit Schroot angefüllten Gefäßes vollkommen vorgestellt werden. Die Kügelchen sind alle von derselben Größe, allein die Theilchen der Flüßigkeit unterscheiden sich von denen des Schrootes dadurch, daß sie sämmtlich aus einem ausnehmend kleinen, aus einer festen Substanz bestehenden Centralatomen, welcher mit einer Atmosphäre aus Wärmestoff umgeben ist, bestehen. Diese Atmosphäre ist zunächst dem Atom am dichtesten, wird aber nach und nach immer dünner, so wie die Entfernung von demselben zunimmt. Die Schrootkügelchen sind durchgängig gleichförmig dicht, und werden von Atmosphären Wärmestoff, welche ausnehmend klein sind, umgeben.

Es ist aus der Erfahrung bekannt, daß die Kraft, welche eine elastische Flüßigkeit ausübt, im direkten Verhältnisse mit ihrer Dichte stehe. Hieraus folgt das schon angeführte Gesetz: daß die Repulsionskraft jedes Theilchens sich umgekehrt wie sein Durchmesser verhalte. Dieses ist, wohl zu verstehen, die scheinbare Repulsionskraft; denn die wirkliche oder absolute Repulsionskraft muß uns, so lange wir die Attraktionskraft nicht zu schätzen vermögen, unbekannt bleiben. Dehnt man irgend ein Volumen einer elastischen Flüßigkeit aus, so werden die Theilchen derselben ohne eine wesentliche Veränderung in der Menge ihres Wärmestoffs vergrößert;

es folgt demnach hieraus, daß die Dichte der aus Wärmestoff bestehenden Atmosphäre mit Veränderung des Druckes sich verändern läßt. Nimmt man z. B. an, daß ein Maaß Luft zu acht Maaß ausgedehnt werde, so müssen, da sich die Diameter elastischer Theilchen wie die Kubikwurzeln des Raumes verhalten, die Entfernungen der Theilchen doppelt so groß als vorher seyn, und die elastischen Atmosphären beinahe einen achtfach so großen Raum als vorher einnehmen, während die Menge des Wärmestoffs beinahe dieselbe bleibt. Man ersieht hieraus, daß die Dichte dieser Atmosphären beinahe in demselben Verhältnisse wie die Masse der elastischen Flüssigkeiten müsse vermindert werden.

Einige elastische Flüßigkeiten, wie z. B. das Wasserstoffgas, Sauerstoffgas u. s. w. widerstehen jedem Drucke, welchem man sie bisher ausgesetzt hat. Bei diesen ist es demnach einleuchtend, daß die Repulsionskraft des Wärmestoffs größer sey als die vereinte Wirkung der Verwandtschaft der Theilchen und des äußern Druckes. Wie weit dieses gehen möchte, läßt sich nicht bestimmen; allein der Analogie nach läßt sich erwarten, daß ein noch mehr verstärkter Druck, der anziehenden Kraft die Superiorität verschaffen würde, in dem die elastische Flüßigkeit in den Zustand einer tropfbarflüßigen, oder eines festen Körpers überginge. Bei andern elastischen Flüßigkeiten, wie z. B. beim Wasserdunste verschwindet, bei der Anwendung eines bis zu einem gewissen Grade verstärkten Druckes, die Elasticität scheinbar gänzlich, und die Theilchen treten zu kleinen Tropfen eines flüßigen Kör-

pers zusammen, und fallen herab. Diese Erscheinung muß erklärt werden.

Aus dem raschen Uebergange des Wasserdunstes aus einem Volumen von 1700 in das von 1, ohne eine wesentliche Zunahme des Druckes, sollte man geneigt seyn, zu glauben; daß die Verdichtung desselben mehr dem Zerbrechen einer Stahlfeder, als dem Krümmen derselben zuzuschreiben sey, — und dennoch glaube ich, daß letzteres der Fall sey.

Die Verdichtung entstehet daher, daß die Wirkung der Verwandtschaft die des Wärmestoffs überwiegt, wodurch letztere zwar übermeistert, aber nicht geschwächt wird. So wie die Annäherung der Theilchen statt findet, nimmt wegen Verdichtung des Wärmestoffs ihre Repulsionskraft zu, die Verwandtschaft derselben scheint jedoch in einem noch größeren Verhältnisse zu wachsen, bis die Annäherung einen gewissen Grad erreicht hat, wo denn ein Gleichgewicht zwischen diesen beiden Kräften statt findet, dessen Resultat das tropfbar flüßige Wasser ist.

Daß diese Erklärung die richtige sey, ersieht man aus dem, was Seite 149 ff. gesagt wurde; wo ich zeigte, daß der bei der Verdichtung des Wasserdunstes frei werdende Wärmestoff aller Wahrscheinlichkeit nach nicht mehr betrage, als der, welcher aus einer permanent elastischen Flüßigkeit ausgeschieden würde, wenn man dieselbe mechanisch bis zu demselben Volumen verdichten könnte, und daß es dessen ungeachtet doch nur ein kleiner Antheil des Wärmestoffs sey, der vorher in dieser Verbindung befindlich war. Insofern demnach der Wärmestoff bei dieser Erscheinung in Betracht kommt, würden die

Umstände ganz dieselben seyn, ob die Annäherung der Theilchen die Wirkung der Verwandtschaft, oder einer äußern, mechanischen Kraft wäre.

Die Zusammensetzung einer tropfbaren Flüßigkeit, wie z. B. des Wassers, muß demnach als ein Aggregat von Theilchen betrachtet werden, welche auf eine sehr energische Art die Kräfte der Anziehung und Repulsion auf einander ausüben, aber fast in gleichem Grade. — Hiervon ein Mehreres im Folgenden.

Zweiter Abschnitt.

Von der Zusammensetzung der gemischten, elastischen Flüßigkeiten.

Wenn man zwei oder mehrere elastische Flüßigkeiten, deren Theilchen, wenn sie in Berührung gebracht werden, sich nicht chemisch mit einander verbinden, mit einander mengt, so nehmen dieselben einen Raum ein, welcher der Summe ihrer anfänglichen Räume gleich ist, mengen sich gleichförmig mit einander, und verharren in diesem Zustande, welches auch ihre specifischen Gewichte seyn mögen. Diese Thatsache ist keinem Zweifel unterworfen; man hat sie auf mannigfaltige Art erklären wollen, keine dieser Erklärungsarten ist jedoch vollkommen genügend. Da dieser Gegenstand von der höchsten Wichtigkeit ist, wenn man ein System der chemischen Grundsätze entwerfen will, so muß die Erörterung desselben mit etwas größerer Vollständigkeit unternommen werden.

Priestley war einer der ersten, der dieser Thatsache einige Aufmerksamkeit schenkte. Es überraschte ihn natürlicher Weise, daß zwei elastische Flüßigkeiten, welche allem Anscheine nach keine Verwandtschaft mit einander hatten, sich nicht nach Maaßgabe ihres specifischen Gewichtes, wie dieses bei tropfbaren Flüßigkeiten, unter ähnlichen Umständen, der Fall ist, über einander lager-

ten. Obgleich er fand, daß dieses nicht der Fall sey, nachdem die elastischen Flüßigkeiten ein Mahl durch und durch mit einander gemengt waren, so stellte er es doch als wahrscheinlich dar, daß wenn man zwei solche Flüssigkeiten ohne Schütteln mit einander in Berührung bringen könnte, diejenige, welche das größere specifische Gewicht hätte, die tiefere Stelle behaupten würde. Er scheint es nicht einmal zu ahnden, daß solche Gasarten durch chemische Verwandtschaft in dem Zustande der Mischung erhalten werden können.

Durch seinen Vorschlag, zwei Gasarten mit der größten Sorgfalt ohne die mindeste Erschütterung in Berührung zu bringen, wurde ich veranlaßt, eine Reihe von Versuchen anzustellen, in der Absicht, um diesen Gegenstand zu entscheiden. Die Resultate findet man im ersten Bande (Neue Folge) der Abhandlungen der Gesellschaft zu Manchester. Die von mir angestellten Versuche scheinen es ganz außer Zweifel zu setzen, daß Gasarten, welche man mit der größten Sorgfalt in Berührung bringt, sich stets mit einander mengen, und nach und nach durch einander vertheilen. Es verstreicht jedoch eine geraume Zeit, bevor eine völlige Mengung statt findet, wenn die Fläche, in welcher sie sich berühren, klein ist. Diese Zeit kann nach Verhältniß der Menge der Gasarten, und der mehr oder weniger ungehemmten Gemeinschaft unter einander, eine Differenz von einer Minute bis einem Tage und darüber geben.

Zu welcher Zeit oder durch wen die Behauptung: daß gemengte Gasarten durch chemische Anziehung mit einander verbunden erhalten werden, zuerst aufgestellt wur-

de, ist mir unbekannt; es scheint jedoch wahrscheinlich, daß die Meinung, daß das Wasser von der Luft aufgelöst werde, die Meinung veranlaßte, daß Luft in Luft aufgelöst sey. — Die Naturforscher fanden, daß das Wasser in der atmosphärischen Luft nach und nach verschwand oder verdunstete, und die Elasticität derselben vergrößerte; auf der andern Seite wußte man, daß Wasserdunst unfähig sey bei einer niedrigen Temperatur den Widerstand der Luft zu überwinden. Man hielt demnach die Wirksamkeit der chemischen Verwandtschaft für nothwendig, um diese Wirkung erklären zu können. Bei den permanent elastischen Flüßigkeiten schien zwar diese Wirksamkeit (der chemischen Verwandtschaft) nicht so unumgänglich nothwendig erfordert zu werden, da alle dieselben geschickt sind, sich selbst zu tragen; allein die Verbreitung durch einander blieb ein Umstand, der auf einem andern Wege keine leichte Erklärung zuzulassen schien. Was die Auflösung des Wassers in atmosphärischer Luft betraf, so war die Vermuthung natürlich, ja, man konnte ohne Hülfe der Versuche im voraus sich für überzeugt halten, daß die verschiedenen Gasarten verschiedene Verwandtschaften zum Wasser haben, und daß die Menge des Wassers, welche in dergleichen Umständen aufgelöst wurde, nach Verschiedenheit der Gasarten verschieden ausfallen werde. Saussure fand jedoch, daß in Hinsicht der auflösenden Kräfte bei dem kohlensauren Gas, Wasserstoffgas und der atmosphärischen Luft, in dieser Hinsicht kein Unterschied statt fand.

Man hätte wenigstens erwarten sollen, daß die Dichte der Gasart auf ihre auflösende Kraft einigen Einfluß

haben werde, und daß halb so dichte Luft nur halb so viel Wasser in sich nehmen werde, oder daß die Menge des Wassers sich bei Abnahme der Dichte der Luft in irgend einem Verhältnisse vermindern werde. Allein auch in dieser Erwartung fand man sich getäuscht. Welches auch die Verdünnung der Luft seyn mag, so bewirkt doch, wofern Wasser zugegen ist, der Wasserdunst denselben Grad der Elasticität, und das Hygrometer erreicht endlich den Punkt der höchsten Feuchtigkeit, so wie unter gleichen Umständen bei Luft von gewöhnlicher Dichte.

Diese Thatsachen reichen hin, die ausnehmende Schwierigkeit der Vorstellungsart, wie irgend ein Princip der chemischen Verwandtschaft oder Cohäsion zwischen Luft und Wasser das Agens seyn könne, in das gehörige Licht zu setzen. Es erregt wirklich Erstaunen, daß dieselbe Menge Wasserdunst mit einem Theilchen Luft in einem gegebenen Raume eben so wie mit tausend in demselben Raume cohäriren solle. Hiermit ist jedoch das Wundervolle noch nicht beendigt. Eine torricellische Leere löst das Wasser auf; und in diesem Falle seh'n wir Wasserdunst, sich unabhängig von Luft, bei allen Temperaturen erhalten. Was diese Erscheinung noch merkwürdiger macht, ist, daß der Wasserdunst in solch' einem leeren Raume genau in derselben Menge und von demselben Grade der Elasticität angetroffen wird, wie in dem gleichen Volumen irgend einer Gasart von demselben Grade der Feuchtigkeit.

Diese, so wie einige andere Betrachtungen, welche sich mir vor einigen Jahren darboten, reichten hin, mich zu bestimmen, gänzlich die Hypothese aufzugeben: daß die

Luft das Wasser auflöse, und einen andern Erklärungsgrund dieser Erscheinung zu suchen, wofern sich aber keiner finden ließe, anzuerkennen, daß dieses Phänomen unerklärlich sey. Im Herbste 1801 verfiel ich auf einen Gedanken, welcher ganz geeignet zu seyn schien, die Erscheinungen zu erklären, welche der Wasserdunst in der angeführten Hinsicht darbietet. Ich wurde dadurch zu vielen und mannigfaltigen Versuchen veranlaßt, auf welche sich eine Reihe von Abhandlungen gründet, die in der litterärischen und naturforschenden Gesellschaft zu Manchester vorgelesen und im fünften Bande der Abhandlungen dieser Gesellschaft abgedruckt wurden.

Diese neue Theorie unterschied sich dadurch von den andern, daß sie annahm, die Theilchen einer Gasart wären nicht elastisch oder übten nicht Repulsionskraft gegen die Theilchen einer andern Gasart aus, sondern nur gegen die Theilchen ihrer eigenen Art. Enthält demnach ein Gefäß eine Mischung aus zwei solchen elastischen Flüssigkeiten, so wirkt jede unabhängig von der andern (völlig so als wenn die andere gar nicht zugegen wäre) mit ihrer eigenthümlichen Elasticität auf das Gefäß, während unter den Flüssigkeiten selbst keine wechselseitige Einwirkung bemerkt wird. Diese Hypothese war völlig hinreichend, das Daseyn des Wasserdunstes in der Atmosphäre bei irgend einer Temperatur zu erklären, indem er nichts weiter als sein eigenes Gewicht zu tragen hat; und es ergab sich auf eine völlig befriedigende Art, warum weder mehr noch weniger Wasserdunst in Luft von der größten Feuchtigkeit als in einem

luftleeren Raume von derselben Temperatur statt finden könne.

Soweit war demnach der große Gegenstand der Theorie erreicht. Das Gesetz der Verdichtung des Wasserdunstes in der Atmosphäre durch Kälte war in dieser Theorie offenbar dasselbe, als das der Verdichtung des reinen Wasserdunstes und die Erfahrung bestätigte diese Folgerung für alle Temperaturen. Das einzige, was noch fehlte, um vollständig das unabhängige Daseyn des Wasserdunstes in der Atmosphäre darzuthun, war das übereinstimmende Verhalten anderer Flüssigkeiten mit dem Wasser in Hinsicht der Vertheilung oder Verdichtung ihres Dunstes zu zeigen. Dieß war der Fall bei mehreren Flüssigkeiten und besonders beim Schwefeläther, einer Flüssigkeit, welche wegen der großen Veränderung in der Ausdehnsamkeit ihres Dunstes bei den gewöhnlichen Temperaturen sehr geneigt seyn mußte, eine Anomalie zu Gunsten des Gegentheils (wofern ein solches vorhanden wäre) aufzustellen.

So wäre demnach das Daseyn des Wasserdunstes in der Atmosphäre und die bei eintretenden Umständen statt findende Verdichtung desselben erklärt worden; allein noch blieb eine andere Frage zu beantworten übrig: wie der Wasserdunst sich von einer dem Drucke der Atmosphäre ausgesetzten Wasserfläche erheben könne? Diese Betrachtung machte keine der in den oben angeführten Abhandlungen statt findenden Erörterungen aus, indem ich erwartete, daß wenn die beiden andern Hauptpunkte sich aus irgend einer Theorie erklären ließen, auch der dritte in der Folge sich ergeben würde.

Die Neuheit der Theorie und der Versuche und ihre Wichtigkeit, wofern sie richtig wären, machte, daß diese Abhandlungen sowohl im In- als Auslande die Aufmerksamkeit der Naturforscher auf sich zogen. Man schenkte den Thatsachen und Versuchen eine besondere Auszeichnung. Mehrere der letzteren wurden wiederhohlt und richtig befunden, und keines der Resultate wurde, so weit es mir bekannt geworden ist, in Zweifel gezogen. Die Theorie selbst aber wurde fast allgemein mißverstanden, und dem zufolge verworfen. Dieß scheint zum Theil daher entstanden zu seyn, daß ich zu kurz und in der Auseinandersetzung derselben nicht hinlänglich deutlich war.

Dr. Thomson war der erste, welcher öffentlich Einwürfe gegen diese Theorie bekannt machte. Dieser Gelehrte, welcher durch sein vortreffliches System der Chemie so vortheilhaft bekannt ist, bemerkte in der ersten Ausgabe dieses Werkes, daß diese Theorie keineswegs die gleichförmige Vertheilung der Gasarten befriedigend erkläre, und daß, wenn auch eingeräumt werde, daß die Gasarten einander weder anziehen, noch zurückstoßen; beide sich doch immer nach Maßgabe ihres verschiedenen, specifischen Gewichtes über einander lagern müssen. Allein derjenige Einwurf, welcher am allgemeinsten gemacht wurde, war von einer noch ganz anderen Art. Man räumte ein, daß dieser Theorie zu Folge man vollkommen begreife, wie eine höchst gleichförmige und beständige Verbreitung der Gasarten durch einander statt finden könne; allein man wandte ein, daß da das eine Gas sich wie ein Vacuum gegen das andere verhalte,

es eine nothwendige Folge sey, daß wenn ein Maaß des einen zu einem Maaß des andern gebracht würde, beide Maaße nicht mehr als den Raum eines einzigen Maaßes einnehmen könnten.

Da ich fand, daß man meine Ansichten über diesen Gegenstand so durchgängig mißverstanden hatte, schrieb ich Erläuterungen der Theorie, welche im dritten Bande von Nicholson's Journal (November-Stück 1804) abgedruckt sind. In dieser Abhandlung bemühte ich mich, die Umstände, auf die es bei den vermischten Gasarten meiner Hypothese zu Folge ankommt, weitläuftig auseinander zu setzen. Ich machte vorzüglich auf folgenden dieselbe karakterisirenden Umstand aufmerksam: man denke sich zwei Theilchen irgend einer Gasart A, welche einander nach dem bekannten, feststehenden Gesetze zurück stoßen, während eines oder mehrere Theilchen eines andern Gas B sich in gerader Linie zwischen ihnen befänden, ohne im mindesten die wechselseitige Einwirkung der beiden genannten Theilchen von A zu stören; wenn nun ein Theilchen von B zufällig mit einem von A in Berührung käme, und gegen dasselbe drückte, so würde dieser Druck die gleichzeitige Wirkung aller umgebenden Theilchen von A, auf das eine, welches in Berührung mit B wäre, nicht verhindern. In dieser Hinsicht wurde die wechselseitige Wirkung der Theilchen derselben Gasart vorgestellt, als der magnetischen Wirkung ähnelnd, welche durch Dazwischenkunft eines nicht magnetischen Körpers nicht gestört wird.

Da seit dieser Zeit mehrere Schriftsteller Einwürfe gegen diese Theorie gemacht haben, auf die mehr oder

weniger Rücksicht genommen werden muß, so wird es nicht undienlich seyn, die Ordnung zu bestimmn, welche hier befolgt werden soll. Zuerst will ich alle die verschiedenen Einwürfe, welche von den verschiedenen Schriftstellern gegen die neue Theorie gemacht wurden, nebst ihren eignen Ansichten über diesen Gegenstand in Erwägung ziehen; dann will ich die Modifikationen der Theorie anführen, welche Erfahrung und Reflexien mir späterhin dargeboten haben. Die Schriftsteller sind: Berthollet, Dr. Thomson, Murray, Dr. Henry und Gough.

Berthollet hat in seinem Essai de statique chimique. Paris 1805 in einem eigenen Kapitel, welches von der Constitution der Atmosphäre überschrieben ist, sich in weitläuftige Erörterungen der neuen Theorie eingelassen. Nachdem dieser ausgezeichnete Chemist die Resultate von de Luc, Saussure, Volta, Lavoisier, Watt u. s. w. mit denen von Gay-Lüssac und seinen eigenen Versuchen vergleicht, giebt er der Thatsache völligen Beifall, daß Dünste jeder Art die Elasticität jeglicher Gattung Gas auf gleiche Art vermehren, und um eben so viel, als die Kraft derjenigen Dünste, von denen hier die Rede ist, im luftleeren Raume betragen würde; und nicht dieses allein, sondern er räumt noch ein, daß das specifische Gewicht des Dunstes in der Luft und des Dunstes im luftleeren Raume in allen Fällen dasselbe ist (man sehe Berthollet in der angeführten Schrift nach der deutschen Uebersetzung von Fischer B. I. S. 290). Er nimmt demnach den von mir aufgestellten Satz, um die Menge Dunst, den ein gegebe-

nes Volumen Luft aufzulösen vermag, zu bestimmen an, nähmlich

$$s = \frac{p}{p - f.}$$

In diesem Ausdrucke bedeutet p den Druck auf ein gegebenes Volumen trockene Luft in Zollen Quecksilber ausgedrückt; f die Gewalt des Dunstes im luftleeren Raume bei der bestimmten Temperatur in Zollen Quecksilber; und s den Raum, welchen die aus Dunst und Luft bestehende Mischung nach erfolgter Sättigung unter dem gegebenen Drucke p einnimmt. So weit stimmen wir Beide mit einander vollkommen überein; er macht jedoch Einwürfe gegen die Theorie, mit Hülfe welcher ich diese Erscheinungen zu erklären suche, und setzt eine andere von seiner eigenen Erfindung an die Stelle.

Der erste Einwurf, welchen ich erörtern will, ist von der Art, daß daraus deutlich hervorgeht, Berthollet habe die Theorie, gegen welche er Einwendungen macht, entweder gar nicht verstanden, oder die von ihm gemachten Anwendungen sind völlig unrichtig. Er sagt: „wenn sich ein Gas in den Zwischenräumen eines andern wie im leeren Raume verbreitete; so würde keine Vermehrung des Umfanges erfolgen, wenn sich Wasserdunst oder Aetherdunst mit der Luft verbinden; allein sie erfolgt wirklich im Verhältnisse, der hinzugekommenen Menge von Dunst: die feuchte Luft müßte dann specifisch schwerer als die trockene seyn, sie ist aber, wie schon Newton bemerkt hat, specifisch leichter."

Dieß ist der Einwurf, welchen man so häufig in Anregung gebracht hat; auch Herr Gough, trägt densel-

ben, wofern ich ihn recht verstehe, fast in denselben Worten vor, (Nicholson's Journal Vol. IX. page 162): Dieser letztere Naturforscher besitzt jedoch tiefe Kenntnisse von der mechanischen Wirkung der Flüssigkeiten. Man kehre ein dünnes, zylindrisches, gläsernes Gefäß, welches trockene Luft enthält, über Quecksilber um, nehme einen Theil Luft vermittelst eines Hebers hinweg, bis das Gleichgewicht des Druckes innerhalb und außerhalb hergestellt ist, und schütte dann eine kleine Menge Wasser, Aether u. s. w. in das Gefäß, so werden die entstehenden Dünste die Zwischenräume der Luft eben so wie einen leeren Raum einnehmen. Welche Folgerung bietet sich aber aus dem hier Gesagten von selbst dar? Wird nicht jetzt die Oberfläche des Quecksilbers sowohl von der trockenen Luft als von dem neu gebildeten Dunste gedrückt, und wird dadurch der innere Druck nicht stärker als der äußere seyn, welches eine Vergrößerung des Luftvolumens, um das Gleichgewicht herzustellen, zur Folge haben wird.

Man wende dieses auf die freie Luft an: man denke; daß keine aus Wasserdunst bestehende Atmosphäre die Erde umgebe, sondern nur eine aus Stickgas, deren Druck gleich 23 Zoll Quecksilber, und eine aus Sauerstoffgas, deren Druck gleich 6 Zoll Quecksilber gesetzt wird. Da diese Luft vollkommen trocken seyn würde, so müßte das Verdunsten mit großer Schnelligkeit anfangen: der zuerst gebildete Dunst, welcher von dem tiefer liegenden beständig angetrieben wird, in die Höhe zu steigen, und eben so einen beständigen Widerstand von der Luft erleidet, muß in dem ersten Augenblicke die bei-

den andern Atmosphären ausdehnen; denn der aufsteigende Dunst fügt seine Gewalt zu der aufwärts strebenden Elasticität der beiden Gasarten, und erleichtert zum Theil ihren Druck, wovon Ausdehnung eine nothwendige Folge ist.

Endlich, wenn aller Dunst, dessen Aufsteigen die Temperatur zulassen will, sich erhoben hat, so erreicht die aus Wasserdunst bestehende Atmosphäre ein Gleichgewicht; sie wird nicht länger auf die beiden andern drücken, sondern auf die Erde; die andern nehmen dann ihre ursprüngliche Dichte und Druck durchgängig wieder an.

In diesem Falle würde, wenn der Wasserdunst mit der Luft chemisch verbunden wäre, keine Vergrößerung des Volumens statt finden; die Feuchtigkeit würde das Gewicht der gesammten Atmosphäre vermehren, allein ihr specifisches Gewicht bei einem bestimmten Drucke vermindern.

Man sollte glauben, daß diese Auflösung der angeführten Erscheinungen vermittelst der von mir aufgestellten Hypothese so natürlich sey, daß sie sich jedem, der mit den Lehren der pneumatischen Chemie vertraut ist, hätte darbieten müssen. Berthollet erinnert zwar dagegen: „ob solch' eine Theilung desselben Drucks der Atmosphäre irgend einer bis jetzt bekannten, physischen Eigenschaft analog sey, und ob man sich vorstellen könne, daß irgend eine elastische Substanz vorhanden seyn könne, welche ihr Volumen zu dem einer andern hinzufügt, und welche dessen ungeachtet durch ihre Expansivkraft nicht auf dieselbe wirkt?" — In der That, dieß läßt sich nicht allein begreifen, sondern es läßt sich ein

Fall anführen, der völlig mit demjenigen, von welchem hier die Rede ist, übereinkommt. Zwei Magnete stoßen einander ab, d. h. sie wirken mit einer Expansivkraft auf einander, sie wirken aber nicht auf andere Körper auf dieselbe Art, sondern lediglich als unelastische Körper und dieß würde ohne Zweifel ganz derselbe Fall seyn, wenn sie in Atome verwandelt wären; so können zwei Theilchen derselben Art von Luft auf einander elastisch und auf andere Körper unelastisch wirken, und mithin gar nicht wirken, es sey denn, daß sie sich in Berührung befinden.

Berthollet bemerkt: „das Wasserstoffgas und Sauerstoffgas bilden unter gewissen Umständen Wasser, das Sauerstoffgas und Stickgas können ebenfalls Salpetersäure erzeugen; allein man darf ihre wechselseitige Einwirkung, wodurch die Verbindung zu Stande kommt, nicht als eine Kraft betrachten, welche erst in dem Augenblicke entspringt, in welchem sie sich offenbart; sie kann lange vorher, ehe sie ihre Wirkung vollbringen konnte, schon vorhanden seyn, und sie hat allmählig bis dahin wachsen müssen, daß sie ein Uebergewicht erlangt hat."

Es ist wohl keinem Zweifel unterworfen, daß die entgegen gesetzt wirkenden Kräfte, Anziehungskraft und Repulsionskraft, häufig, vielleicht beständig, in demselben Augenblicke wirksam sind; allein der Erfolg welcher in diesen Fällen statt findet, entspringt aus dem Unterschiede der beiden Kräfte. Ist der Ueberschuß der Repulsionskraft über die Attraktionskraft in den verschiedenen Gasarten verhältnißmäßig klein und unbedeutend,

so entsteht derjenige Charakter, welchen man den neutralen nennen könnte, und von dem ich annehme, daß er in der Klasse der gemischten Gasarten vorhanden sey, bei welchen kein Zeichen einer chemischen Vereinigung sich ausspricht. Man muß es keineswegs so verstehen wollen, als wenn ich leugnete, das zwischen Sauerstoffgas und Wasserstoffgas, so wie zwischen anderen Gasarten im gemischten Zustande, eine wirkende Verwandtschaft statt finde; dieser Verwandtschaft wird aber durch die Repulsionskraft, welche der Wärmestoff hervorbringt, mehr als das Gleichgewicht gehalten, ausgenommen in solchen Fällen, welche an diesem Orte in Erwägung zu ziehen unnöthig seyn würde.

An einem andern Orte der angeführten Schrift sagt Berthollet: „das Stickgas verhält sich mit dem Sauerstoffgas bei allen durch Temperaturwechsel und Druck veranlaßten Aenderungen ganz eben so, wie ein einziges, gleichartiges Gas: muß man zu einer Annahme seine Zuflucht nehmen, nach welcher eine so große Ungleichheit der Wirkung vorausgesetzt werden muß, wovon man gar keine Spur findet?"

Es ist möglich, daß jemand, welcher die von mir aufgestellte Theorie nicht verstehet, dieses für einen Einwurf halten könne; für den aber, welcher sie richtig einsieht, wird dieses kein Einwurf seyn. Wenn eine Mischung aus verschiedenen Gasarten, wie z. B. die atmosphärische Luft, welche ein Quantum Stickgas enthält, das mit einer Kraft, die gleich 24 Zoll Quecksilber drückt, und Sauerstoffgas, welches eine 6 Zoll Quecksilber gleiche Kraft besitzt, plötzlich in einen halb so gro-

ßen Raum zusammengepreßt würde; so würde meiner Hypothese zufolge, das Stickgas offenbar mit einer Kraft gleich 48 Zoll und das Sauerstoffgas mit einer Kraft gleich 12 Zoll, welches zusammen 60 Zoll beträgt, genau so wie irgend ein einfaches Gas drücken, und eine ähnliche Veränderung der Elasticität von jedem würde durch Wärme und Kälte hervorgebracht werden. Ist wohl die entgegengesetzte Theorie Berthollet's auf eine gleiche Art von diesem Einwurfe frei? Es soll sogleich untersucht werden.

Ein anderer Einwurf wird von der beträchtlichen Zeit, welche verfließt, wenn ein Volumen Wasserstoffgas sich durch ein tiefer liegendes Volumen kohlensaures Gas vertheilen soll, hergenommen. Man frägt, warum, wenn sich das eine Gas zu dem andern wie ein leerer Raum verhält, das Gleichgewicht nicht augenblicklich hergestellt werde? Dieser Einwurf ist allerdings sehr scheinbar, er soll in der Folge weitläuftig untersucht werden.

Indem Berthollet von dem Drucke der Atmosphäre, welche Wasser in einem tropfbar flüssigen Zustand enthält, redet, welches von mir geläugnet wird, so nimmt er die Vorstellungsart von Lavoisier an „daß ohne dieselbe die kleinsten Theilchen unbestimmt weit von einander entfernt werden würden, und daß nichts ihre wechselseitige Trennung beschränken würde, wenn dieß nicht durch ihr eigenes Gewicht erfolgte, welches sie wieder sammelte, um daraus eine Atmoshhäre zu bilden."

Hier muß ich mir die Bemerkung erlauben, daß dieses keinesweges die Sprache sey, welche einen deutlichen Begriff des Gegenstandes anzeigt. Man nehme an,

unsere Atmosphäre würde vernichtet, und die Gewässer auf der Oberfläche der Erde würden augenblicklich in Dunst verwandelt; so würde gewiß die Wirkung der Schwere die Theilchen des Dunstes in eine Atmosphäre von ähnlichen Einrichtungen, wie die ist, welche wir jetzt besitzen, versammeln; man nehme aber an, daß die ganze verdunstete Wassermenge dem Gewichte von 30 Zollen Quecksilber gleich sey, wie könnte sie ihr eigenes Gewicht bei der gewöhnlichen Temperatur der Atmosphäre ertragen? Sie würde in kurzer Zeit durch ihr Gewicht zu Wasser verdichtet werden, und nur ein kleiner Theil, den die Temperatur zulassen würde, und der vielleicht dem Gewichte eines halben Zolles Quecksilber gleich wäre, würde als eine permanente Atmosphäre zurückbleiben, welche das Aufsteigen jedes ferneren Wasserdunstes verhindern würde, wofern nicht eine Zunahme der Temperatur statt fände. Ist es aber nicht jedem bekannt, daß Wasser und andere tropfbare Flüssigkeiten sich bei niedrigeren Temperaturen in einer torricellischen Leere bloß durch den Druck des aus ihnen aufsteigenden Dunstes erhalten können? Was bedarf es demnach des Drucks der Atmosphäre, um ein Uebermaaß des Verdunstens zu verhindern?

Nachdem Berthollet (den von Lavoisier aufgestellten Satz) vorträgt, „daß ohne den Druck der Atmosphäre die trofbaren Flüssigkeiten in einen elastischen Zustand übergehen würden," so sucht er im nächst folgenden Paragraphen zu zeigen, daß die Menge des Dunstes in der Atmosphäre in der That weit größer seyn könne, wenn die Atmosphäre gänzlich vernichtet würde,

und folgert hieraus „daß die von dem Wechsel der Feuchtigkeit in der Atmosphäre herrührenden Veränderungen des Barometers weit beträchtlicher seyn könnten, als Saussure und de Luc geglaubt haben.“ Ich sehe nicht, wie der Verfasser die entgegengesetzten Folgerungen in Uebereinstimmung bringen kann.

Die Versuche von Fontana über die Destillation des Wassers und Aethers in verschlossenen Gefäßen, welche Luft enthalten, werden als Beweis angeführt, daß die Dünste nicht ohne Widerstand die Luft durchdringen. Dieses ist ohne Zweifel richtig; der Dunst kann unter solchen Umständen einen langen und kreisförmigen Weg, nicht ohne daß eine Zeit verstreiche, zurücklegen, und wenn die äußere atmosphärische Luft das Gefäß kühl erhält, so wird sich der Dunst an den Seiten desselben verdichten, und an denselben, so wie er gebildet wurde, im Zustande einer tropfbaren Flüssigkeit herabfließen, ohne in irgend einer merklichen Menge zu den entfernteren Theilen desselben zu gelangen.

Ich komme jetzt zu der Prüfung derjenigen Theorie, welche Berthollet aufstellt, um die Erscheinungen gasförmiger Mischungen zu erklären. Seiner Theorie zufolge giebt es zwei Grade der Verwandtschaft: der eine ist stark, und macht, daß die Theilchen der Körper sich einander mehr nähern, und gewöhnlich wird dadurch Wärmestoff ausgetrieben: die Wirkung dieses könnte man chemische Verbindung nennen; z. B. wenn Sauerstoffgas und Salpetergas in Berührung gebracht werden, so verbinden sich beide chemisch mit einander, es wird Wärmestoff frei, beide verdichten sich, nehmen ein

kleineres Volumen ein, und erhalten Eigenschaften, welche von denen, die jede Gasart vor dieser Verbindung an und für sich besaß, gänzlich verschieden sind. Der andere ist schwächer, er verdichtet das Volumen irgend einer Mischung nicht merklich, es wird kein Wärmestoff frei, auch werden die Eigenschaften dieser Bestandtheile nicht verändert. Ihre Wirkung könnte man Lösung oder Auflösung nennen. Mischt man z. B. Sauerstoffgas und Stückgas in dem gehörigen Verhältnisse, so bilden sie atmosphärische Luft, in welcher Verbindung jeder dieser Bestandtheile seine ihn karakteristirenden Eigenschaften beibehält.

Ueber diese angenommene Auflösung will ich hier einige Bemerkungen machen. Um den Leser zu überzeugen, daß ich den Sinn des Verfassers nicht mißverstanden habe, will ich seine eigenen Worte anführen: „bei der Vermischung verschiedener Gasarten, deren Einwirkung sich auf die Auflösung beschränkt, bemerkt man keine Veränderung, weder in der Temperatur, noch in dem Umfange des Gemisches:" daraus muß man folgern, daß diese gegenseitige Einwirkung zweier Gasarten keine Verdichtung hervorbringt, und daß sie die Ausdehnsamkeit oder die Verwandtschaft des Wärmestoffs nicht zu überwinden vermag, weshalb sich auch die Eigenthümlichkeiten jedes Gas dabei nicht merklich verändern (Berthollet's Versuch einer chemischen Statik, deutsche Uebersetzung Band I. Seite 288).

An einem anderen Orte sagt Berthollet: „obgleich sowohl die Auflösung als die Verbindung zweier Gasarten beiderseits von einer chemischen, nur der Stärke

nach ungleichen Wirksamkeit herrühren, so kann man doch einen reellen Unterschied zwischen ihnen festsetzen, weil sich ihre Resultate sehr augenscheinlich von einander entfernen: die Verbindung zwischen zwei Gasarten nehmlich ist stets von einer Verminderung ihres Umfanges begleitet, und bringt neue Eigenschaften hervor; bei der Auflösung aber erleiden die Gasarten nur gemeinschaftlich die von der Temperatur oder vom Drucke herrührenden Veränderungen, und eine jede behält ihre vorigen Eigenthümlichkeiten, nur in eben dem geringen Grade geschwächt, als die Einwirkung schwach ist, welche sie in der Vereinigung hält. (Ebendaselbst)"

Seite 317 a. a. O. sagt Berthollet: „die gegenseitige Verwandtschaft der Gasarten kann also zwischen ihnen eine Wirkung hervorbringen, welche größer als der Unterschied ihres specifischen Gewichts, aber geringer als die ausdehnsame Spannung ist, die jedem Massentheilchen des einen und des andern zugehört: so daß der Umfang durch diese Einwirkung nicht abgeändert ist. Die tropfbaren Flüßigkeiten, welche den ausdehnsamen Zustand annehmen, verhalten sie hierin wie die Gasarten."

„Man muß Auflösung und Verbindung nicht nur darum von einander unterscheiden, weil bei der ersten jede Substanz nur durch eine so schwache Verwandtschaft mit der andern vereinigt ist, daß sie ihren Umfang beibehält." (Seite 317 — 318 a. a. O.)

Hierzu füge man eine Stelle aus Berthollet's Schrift über die Gesetze der Verwandtschaft in der Chemie Seite 76 der deutschen Uebersetzung:

„man kann nicht zweifeln, daß selbst bie einer elastischen Flüßigkeit eine Cohästonskraft statt finde, wenn man erwägt, daß aufgelöste Theile sich in einer solchen Flüßigkeit ganz gleichförmig verbreiten; dieß setzt aber eine gegenseitige chemische Anziehung voraus, und diese begründet die Vorstellung von einer Cohästonskraft."

Newton hat aus den Erscheinungen, welche sich bei der Verdichtung und Verdünnung elastischer Flüßigkeiten ergeben, dargethan, daß die elastischen Flüßigkeiten aus Theilchen bestehen, welche einander mit Kräften, die in dem Verhältnisse wachsen, wie die Entfernungen ihrer Mittelpunkte abnehmen, zurückstoßen. Kürzer läßt sich dieß so ausdrücken, daß man sagt, die Kräfte verhalten sich umgekehrt wie ihre Entfernungen. Diese Sätze werden so lange bestehen, als die Gesetze für die elastischen Flüßigkeiten beharren, daß zu seyn, was sie sind. Wie sehr ist es daher zu bedauren, daß diejenigen, welche sich herausnehmen, über die Konstitution elastischer Flüßigkeiten zu raisonniren, oder darüber Theorien aufzustellen, sich nicht durchgängig mit diesen unwandelbaren Gesetzen bekannt gemacht haben, und sie nicht stets vor Augen behalten, wenn sie neue Hypothesen über diesen Gegenstand entwerfen!

Betrachtet man eine Mischung aus Sauerstoffgas und Wasserstoffgas, so möchte man wohl Berthollet fragen, welches die Theilchen sind, die dem Newtonschen Gesetze zufolge einander zurückstoßen? Die Mischung muß aus dergleichen bestehen: und vor allen Dingen sollte er uns darüber belehren, was in seiner Auflösung die Einheit eines Theilchens ausmacht.

Räumt er ein, daß jedes Theilchen Sauerstoff seine Einheit beibehalte, und daß dieß mit jedem Theilchen Wasserstoff derselbe Fall sey, so muß man schließen, daß die wechselseitige Wirkung zweier Theilchen Sauerstoff dieselbe sey, wie die eines Theilchens Sauerstoff und eines Theilchens Wasserstoff, nehmlich eine Zurückstoßung dem oben aufgestellten Gesetze zufolge, welches in der That die vorausgesetzte Auflösung durch chemische Wirksamkeit zerstören muß. Nimmt er hingegen an, daß jedes Theilchen Wasserstoff sich an ein Theilchen Sauerstoff hefte, und daß die beiden so vereinigten Theilchen eines bilden, von welchem die repulsive Wirksamkeit emanirt; dann wird die neue, elastische Flüßigkeit dem Newtonschen Gesetze vollkommen angemessen seyn können. In diesem Falle wird eine wahre Sättigung statt finden, wenn die in einer Mischung befindlichen Theilchen Wasserstoff und Sauerstoff einigen einfachen Zahlen gleich sind, oder wenigstens in dem Verhältnisse derselben stehen, wie z. B. 1 zu 2, 1 zu 3 u. s. w.

Etwas diesem ähnliches, ereignet sich aber in der That, wenn eine wirkliche chemische Verbindung eintritt, wie z. B. des Wasserdunstes und der Salpetersäure, welche letztere durch eine Vermischung von Sauerstoffgas und Salpetergas gebildet wird. Hier haben wir nun neue elastische Flüßigkeiten, deren Atome einander nach dem gewöhnlichen Gesetze zurückstoßen; es wird Wärmestoff frei, es erfolgt eine bedeutende Verdichtung des Volumens, und die neuen Flüßigkeiten unterscheiden sich in ihrem chemischen Verhalten von ihren Bestandtheilen. Es bleibt demnach übrig zu bestimmen, ob im Falle der

Auflösung alle diese Wirkungen in einem „schwachen“ Grade statt finden; d. h. in einem so schwachen Grade, daß sie durch keinen unserer Sinne wahrgenommen werden können. Es erfordert gewiß eine sehr ausschweifende Einbildungskraft, wenn man dieß bejahen will.

Ein Hauptgrund für die Annahme dieser oder irgend einer andern Theorie, in Betreff des hier abgehandelten Gegenstandes, entspringt aus den Erscheinungen, welche das Verdunsten des Wassers darbietet. Wie wird das Wasser in die Atmosphäre aufgenommen und in derselben zurückgehalten? Es kann sich nicht im Zustande des Dunstes befinden, sagt man, indem der Druck zu groß ist: es muß demnach eine wahre, chemische Auflösung statt finden. Wenn man aber erwägt, daß die Oberfläche des Wassers einem Drucke, welcher 30 Zoll Quecksilber gleich ist, ausgesetzt ist, und daß außer diesem Drucke eine merkliche Verwandtschaft unter den Theilchen des Wassers selbst statt finde; wie kann wohl die unmerkliche Verwandtschaft der Atmosphäre zum Wasser diese beiden Kräfte überwinden? Nach dieser Hypothese ist dieß mir ganz unerklärlich, und doch ist ihre Hauptabsicht, eben dieß Phänomen zu erklären.

Ferner, wenn ein Theilchen Luft sich ein Theilchen Wasser angeeignet hat, was für ein Grund kann angegeben werden, warum ein höher liegendes Theilchen Luft einen tiefer liegenden diese Eigenschaft entziehen könne, wenn jedes Theilchen dieses Vermögen besitzt?

Löst man Kochsalz in Wasser auf, und setzt man der Auflösung etwas Salzsäure zu, so kann man unmöglich behaupten, daß die neu hinzugekommene Säure, die

schon mit dem Natrum verbundene aus der Stelle verdrängt habe, und daß beim Verdunsten das Salz nicht mit der identischen Säure, welche mit ihm verbunden war, erhalten werde? Oder wenn Sauerstoffgas mit Wasser gesperrt wird. Berechtigt uns irgend ein Grund zu der Annahme, daß der Wasserstoff des Wassers beständig seinen Sauerstoff an die Luft abgeben und dafür eine gleiche Menge davon aus derselben in sich nehmen werde? Vielleicht antwortet man hierauf, daß in dem Falle der Auflösung der Luft durch Wasser, es nicht auf die Wirkung einer Masse von Theilchen auf eine andere Masse von Theilchen ankomme; und daß die vereinte Wirkung aller in der Atmosphäre enthaltenen Atome auf das Wasser diejenige Kraft sey, welche ein Theilchen in die Höhe hebt. Da aber alle diese Kräfte wechselseitig sind, so muß das Wasser eine gleiche Wirkung auf die Luft haben, und dann müßte eine über Wasser befindliche Atmosphäre mit einer größeren Gewalt, als ihr Gewicht beträgt, niederwärts drücken, welchem die Erfahrung widerspicht.

Werden zwei Maaß Wasserstoffgas und ein Maaß Sauerstoffgas mit einander vermischt, und durch den elektrischen Funken entzündet, so wird das Ganze in Wasserdunst verwandelt, und wenn der Druck groß ist, so wird dieser Dunst Wasser. Es ist demnach sehr wahrscheinlich, daß dieselbe Anzahl von Theilchen in zwei Maaß Wasserstoffgas enthalten sey, welche sich in einem Maaß Sauerstoffgas befinden. Nimmt man nun an, daß drei Maaß Wasserstoffgas mit einem Maaß Sauerstoffgas vermischt werden, und daß diese schwache Ver-

wandt-

wandtschaft wie gewöhnlich wirke, wie wird die Vereinigung hervorgebracht? Dem Grundsatze der gleichförmigen Vertheilung gemäß, muß jeder Atom Sauerstoffgas sich mit anderthalb Atomen Wasserstoffgas verbunden haben. Dieß ist aber unmöglich. Eine Hälfte der Atomen des Sauerstoffgas muß sich demnach so mit dem Wasserstoffgas verbunden haben, daß jeder Atom des ersteren sich zwei Atome des letzteren angeeignet hat; die andere Hälfte aber so, daß an jeden Atom Sauerstoffgas ein Atom Wasserstoffgas getreten ist. Die erstere dieser Verbindungen müßte aber nothwendig leichter seyn als letztere, und demnach den oberen Theil der Auflösung einnehmen; es ist jedoch nichts diesem ähnliches bei irgend einer Gelegenheit bemerkt worden.

Ich könnte noch ungleich mehreres anführen, um die Ungereimtheit der Meinung zu zeigen, daß ein Gas in dem andern aufgelöst werde, und um darzuthun, daß diese Vorstellungsart völlig unzureichend sey, irgend eine der sich darbietenden Erscheinungen zu erklären. Ich würde auch in der That mich nicht so lange bei diesem Gegenstande verweilt haben, wenn ich nicht hätte besorgen müssen, daß das Ansehen des achtbaren Autors, mehr, als aus physischen Grundsätzen entlehnte Gründe, dazu beitragen könnte, dieser Theorie Eingang zu verschaffen.

Thomson hat in der dritten Ausgabe seines Systems der Chemie sich in eine Erörterung der gemischten Gasarten eingelassen. Mit großer Schärfe scheint er sowohl die Vorzüge als die Mängel meiner Ansichten über diesen Gegenstand aufzufassen. Er schließt keines-

weges mit Berthollet; daß meiner Hypothese zu Folge „keine Verminderung des Volumens statt finden könne, wenn Wasserdunst und Aetherdunst sich mit der Luft vermischen.“ Es giebt jedoch einen Einwurf, welcher von diesem Verfasser beigebracht wird, welcher zeigt, daß er das innere Wesen meiner Hypothese nicht richtig gefaßt hat. Er sagt Seite 448 Band III des angeführten Werkes: es folgt aus Grundsätzen der Hydrostatik: „daß jedes Theilchen einer Flüssigkeit den ganzen Druck aushalte. Nun begreife ich aber nicht, warum dieser Grundsatz nicht bestehen könne, wenn auch angenommen wird, Dalton's Hypothese sey vollkommen gegründet.“

Ich erwiedere hierauf, daß wenn in irgend einer Mischung von Gasarten ein Gleichgewicht hergestellt ist, jedes Theilchen derselben so gedrückt werde, als wenn es von den umgebenden Theilchen seiner Gattung allein gedrückt wird. Eben daß dieses hydrostatische Grundgesetz geläugnet wird, macht den Hauptkarakterzug der Theorie aus. Das niedrigste Tcheilchen Sauerstoff in der Atmosphäre, trägt außer dem Gewichte aller über ihm liegenden Theilchen Sauerstoffgas, das Gewicht keines anderen. Ich nahm es daher als Grundsatz an: daß das Theilchen eines jeden Gas gleichförmig in jeder Richtung gedrückt werde, daß aber der Druck nur allein von den Theilchen seiner eignen Gattung herrühre. In der That, wenn man ein Maaß Sauerstoffgas mit einem Maaß Stickgas vermischt, so drücken in dem Augenblicke, in welchem die beiden Oberflächen in Berührung kommen, die Theilchen des einen Gas mit ihrer ganzen Kraft gegen die Theilchen des andern; allein die beiden

Gasarten mischen sich nach und nach mit einander, und die Last, welche jedes Theilchen zu tragen hat, nimmt verhältnißmäßig ab, bis sie zuletzt der des ursprünglichen Gas, welches durch sein doppeltes Volumen ausgedehnt wäre, gleich wird.

Das Verhältniß der Kräfte ist umgekehrt wie die Kubikwurzel der Räume, d. h. wie $\sqrt[3]{2}$: 1 oder beinahe wie 1,26: 1. In einer solchen Mischung, von welcher hier die Rede ist, beträgt demnach, nach der gewöhnlichen Annahme, der Druck auf jedes Theilchen des Gas 1,26; während nach meiner Voraussetzung es nur 1 beträgt: allein die Summe des Druckes beider Gasarten auf das dieselbe enthaltenden Gefäß, oder irgend eine andere Oberfläche, ist in beiden Hypothesen genau dieselbe.

Die anderen Einwürfe, welche Dr. Thomson macht, lassen sich nicht so leicht, wie der oben angeführte widerlegen: — er macht, wie auch Berthollet gethan hat, auf die beträchtliche Zeitdauer aufmerksam, welche verfließt, bevor zwei Gasarten sich vollkommen durch einander verbreiten, und glaubt, daß diese Thatsache gegen die Behauptung streite, daß ein Gas sich gegen das andere, wie ein luftleerer Raum verhalte.

Er macht ferner den Einwurf, daß wenn die Theilchen der verschiedenen Gasarten nicht wechselseitig elastisch gegen einander wären, ein Theilchen Sauerstoffgas, welches mit einem Theilchen Wasserstoffgas in Berührung käme, sich mit diesem verbinden und ein Theilchen Wasser bilden müsse. Auf der andern Seite bemerkt er jedoch sehr richtig, daß die große Leichtigkeit, mit welcher dergleichen Verbindungen in mehreren Fällen, wie

z. B. bei der Mischung von Salpetergas und von Sauerstoffgas erfolgen, ein Umstand sey, welcher dieser Hypothese sehr günstig ist.

Einen anderen Einwurf findet Thomson in der Leichtigkeit gewisser Verbindungen, wenn einer der Bestandtheile sich in einem eben entstehenden (nascent) Zustande d. h. in einem solchen befindet, in welchem er eben im Begriff ist, den elastischen Zustand anzunehmen; dieses bemerkt Thomson, sey völlig mit der Hypothese, daß die Gasarten nicht wechselseitig elastisch auf einander wirkten, unverträglich. Im Ganzen neigt Thomson zu der Meinung von Berthollet hin, „daß die Gasarten die Eigenschaft besitzen, einander aufzulösen, und räumt ein, so problematisch es auch auf den ersten Anblick scheinen möge, daß die Gasarten einander nicht allein wechselseitig zurückstoßen, sondern auch einander wechselseitig anziehen." Ich zweifle nicht, daß wenn er sich gehörige Zeit genommen hätte, die Folgerung gehörig zu überdenken, er sie mit mir für ungereimt erklärt haben würde: doch hiervon im Folgenden.

Was den Einwurf betrifft, daß ein Gas einen dauerndern Widerstand dem Eindringen eines andern entgegensetze, als es meiner Hypothese nach der Fall seyn sollte, so bot sich mir derselbe schon in einer sehr frühen Periode meines Nachdenkens, über diesen Gegenstand dar. Ich erfand eine Schlußfolge, welche diesem Einwurfe zu begegnen schien; da aber dieselbe ihrer Natur nach auf mathematischen Gründen beruhen mußte, so trug ich Bedenken, sie den Naturforschern aufzudrin-

gen, sondern beschloß vielmehr zu warten, bis man sie von mir fordern würde.

Der Widerstand, welchen ein Medium der Bewegung eines Körpers entgegensetzt, hängt von der Oberfläche dieses Körpers ab, und ist, alle übrigen Umstände gleich gesetzt, größer, so wie die Oberfläche größer ist. Eine Bleikugel von einem Zoll im Durchmesser erleidet bei ihrem Falle durch die Luft von dieser einen Widerstand; aber dieselbe Kugel, welche in tausend kleinere, von denen jede ein Zehntheil Zoll im Durchmesser hielte, verwandelt würde, welche mit derselben Geschwindigkeit fielen, würde einen zehnmahl so großen Widerstand als vorher erfahren: indem die Gewalt der Schwere zunimmt, wie die Kubi der Durchmesser irgend eines Theilchens und der Widerstand nur wie die Quadrate der Durchmesser. Man ersieht hieraus, daß, um den Widerstand der sich in einem Medium bewegenden Theilchen zu vermehren, man nur nöthig habe, dieselben zu theilen, und daß der Widerstand ein Maximum seyn werde, wenn die Theilung ein Maximum ist. Wir dürfen uns demnach nur Bleitheilchen durch die Luft mit ihrem eigenen Gewichte fallend denken, so giebt uns dieses ein Bild von dem Widerstande, den ein Gas, welches in ein anderes einzudringen bemühet ist, antrifft, nur muß man sich die Theilchen des Bleies, wofern ich mich dieses Ausdrucks bedienen darf, unendlich klein vorstellen. Hier wird ein sehr starker Widerstand statt finden, und keiner wird doch, wie ich glaube, behaupten wollen, daß die Luft und das Blei wechselseitig elastisch sind.

Die beiden andern Einwürfe von Dr. Thomson will ich gegenwärtig beseitigen.

Herr Murray hat kürzlich ein System der Chemie herausgegeben, in welchem er eine sehr klare Beschreibung der Erscheinungen der Atmosphäre und anderer Mischungen ähnlicher, elastischer Flüssigkeiten giebt. Er hat auf eine äußerst geschickte Art die verschiedenen Theorien über diesen Gegenstand geprüft und eine sehr lichtvolle Uebersicht der meinigen gegeben, welche er für scharfsinnig und wohl berechnet hält, verschiedene Erscheinungen zu erklären, jedoch im Ganzen sie nicht für so vollkommen genügend erklärt, wie diejenige, welche von ihm angenommen worden ist.

Gegen einen Hauptpunkt meiner Hypothese, daß nähmlich die Gasarten, welche sich mit einander vermischen, gegen einander unelastisch sind, macht er keinen Einwurf; nur bemerkt er, daß die Erscheinungen nicht ein so außerordentliches Postulat nöthig machen; vorzüglich aber mißbilligt er die Anwendung meiner Theorie auf die Erklärung des Verdunstens.

Ein Hauptzug in Herrn Murray's Theorie, und welcher dieselbe seiner Meinung nach von der meinigen unterscheidet, ist der: „daß unter gemischten Gasarten, welche in irgend einem Falle sich mit einander verbinden können, stets eine anziehende Kraft ausgeübt werden müsse.“ Es würde ganz überflüssig seyn, die Gründe, welche zur Unterstützung dieses Satzes aufgestellt wurden, wieder anzuführen, indem er nicht bestritten werden wird. Herr Murray trägt seine Ansichten von der Konstitution der Atmosphäre folgendermaßen vor.

„Vielleicht äußert sich die chemische Anziehung, welche unter den festen Grundlagen der Gasarten statt findet, die aber, wenn sie bloß mit einander gemengt werden, wegen der Entfernung, in welcher die Theilchen derselben durch die Repulsionskraft des Wärmestoffes gehalten werden, nicht vermögend ist, eine innige Vereinigung derselben hervorzubringen, sich dennoch in einem solchen Grade, daß dadurch ihre Trennung verhindert wird. Oder vielleicht hält sie auch die Kraft der Adhäsion, welche sich auf der Oberfläche mancher Körper äußert, und dieselben mit beträchtlicher Kraft in Berührung hält, in der Mischung zurück.“ Diese Meinung sucht er durch mehrere Beobachtungen zu unterstützen, und wiederhohlt einige der Berthollet'schen Bemerkungen, dessen Theorie über diesen Gegenstand, wie wir gesehen haben, beinahe dieselbe ist.

Ehe ich meine Bemerkungen über diese Sätze mittheile, wird es zweckmäßig seyn, dem ersten Satze eine etwas größere Ausdehnung zu geben, und es als Grundsatz anzunehmen „daß zwischen den kleinsten Theilchen reiner Gasarten die in irgend einem Falle eine chemische Verbindung einzugehen vermögend sind, stets anziehende Kräfte thätig seyn müssen.“ Hiervon giebt uns der Wasserdunst, eine reine elastische Flüssigkeit deren Theilchen sich, wie bekannt, unter gewissen Umständen mit einander verbinden, ein Beispiel, wogegen Herr Murray keine Einwendungen hoffentlich wird machen können. Man wird nicht einwenden können, daß Wasserdunst und eine permanent elastische Flüssigkeit verschieden wären; denn Herr Murray macht selbst die sehr richtige Be-

merkung „daß der Unterschied zwischen Gasarten und Dünsten lediglich relativ sey, und von dem Unterschiede der Temperatur, bei welcher sie gebildet werden, abhänge; indem der Zustand in Hinsicht eines jeden, so lange sie in demselben beharren, genau derselbe ist.“ Besteht dann also der Wasserdunst aus Theilchen, in welchen die Anziehung sich in einem solchen Grade, daß dadurch die Trennung derselben verhindert wird, äußert? Nein: Sie zeigen nicht mehr Spuren von Anziehung als eine gleiche Anzahl Theilchen Sauerstoff äußert, wenn diese sich im gasförmigen Zustande befinden. Was ist demnach die Folge? Es ist diese: es muß für alle Fälle eingeräumt werden, daß alle Körper zu allen Zeiten und in jeder Lage einander anziehen; jedoch wirkt unter einigen Umständen zu gleicher Zeit auf dieselben eine repulsive Kraft; die einzige, einen sichtbaren Erfolg hervorbringende Kraft ist demnach der Unterschied dieser beiden Kräfte.

Was den Umstand betrifft, daß Gasarten sich mit einander mischen, ohne eine merkliche Verminderung des Volumens zu erfahren, so drücken dieses die Vertheidiger der Wirksamkeit der chemischen Verwandtschaft so aus, daß sie es „eine schwache Wirkung“ und eine schwache wechselseitige Wirkung“ nennen: so weit, glaube ich, sind sie consequent; wenn sie aber weiter gehen, und behaupten, daß diese Verwandtschaft so wirksam sey, daß sie die Trennung der elastischen Theilchen verhindere, so begreife ich nicht, mit welcher Schicklichkeit man sie schwach nennen könne. Nimmt

man an, diese Verwandtschaft werde beim Wasserdunste, dessen Temperatur 212° ist, ausgeübt; so müßte, da hier die Anziehung der Zurückstoßung gleich ist, die Kraft, welche jedes Theilchen ausübt, dem Gewichte einer Wassersäule von 4896 Fuß Höhe gleich seyn müssen (man sehe Seite 165).

Es ist wohl der Aufmerksamkeit werth, daß diejenigen Gasarten, welche wie der Stickstoff und der Sauerstoff, sich unter gewissen Bedingungen chemisch mit einander verbinden, und solche, die wie das Wasserstoffgas und kohlensaure Gas, sich nie mit einander verbinden, einander mit gleicher Leichtigkeit auflösen; ja das letztere diese auflösende Kraft wirksamer ausüben, als erstere. Denn das Wasserstoffgas kann das kohlensaure Gas von dem Boden eines Gefäßes zu dem oberen Rande desselben hinauf ziehen, ungeachtet letzteres ein zwanzigmahl so großes, specifisches Gewicht als ersteres hat. Man sollte weit eher eine stärkere Adhäsionskraft in den kleinsten Theilchen des Wasserdunstes, als in einer Mischung aus Wasserstoffgas und kohlensaurem Gas erwarten. Es ist aber das Geschäft derjenigen, welche die Theorie der wechselseitigen Auflösung der Gasarten annehmen, diese Schwierigkeiten zu erklären.

In einer Mischung, welche aus 8 Theilen Sauerstoffgas und einem Theile Wasserstoffgas bestehet, sind, wie sich beweisen läßt, die Centraldistanzen der Theilchen des Wasserstoffgas in der Mittelzahl doppelt so groß als die der Theilchen des Sauerstoffgas. Nimmt man nun an, daß die Centraldistanz zweier zunächst liegenden Theilchen des Wasserstoffgas durch 12 ausge-

drückt werde, so entstehet die Frage, welche Centraldistanz für jedes andre Theilchen Wasserstoffgas von diesem einen Theilchen oder denen Theilchen Sauerstoffgas, mit welchen es durch diese schwache, chemische Vereinigung verbunden ist, werde angenommen werden? Es wäre gut, wenn diejenigen, welche die Lehre der chemischen Auflösung verstehen und behaupten, auseinander setzen wollen, wie sie dieses sich vorstellen. Es würde diejenigen, welche sich zu unterrichten wünschen, in den Stand setzen, sich einen deutlichen Begriff von dem System zu machen: so wie es denjenigen, welchen dasselbe nicht Genüge leistet, dazu nützen würde, die Mängel desselben mit größerer Bestimmtheit anzugeben. Die größtmöchlichste Centraldistenz würde in dem oben angeführten Falle 8 ½ und die kleinste vielleicht 1 betragen. Berthollet, welcher das Diagramm, durch welches ich meine Vorstellungsart dieses Gegenstandes zu erläutern bemühet war, tadelt, hat uns weder durch Worte, noch auf andere Weise eine deutliche Belehrung über die Anordnung der heterogenen Theilchen mitgetheilt; es sey denn, daß man sie aus der Betrachtung, daß die Verwandtschaft so schwach sey, daß die Mischungen der Flüssigkeiten ihre Dimensionen behalten, heraussuchen wolle. Was kann wohl diese schwache Verwandtschaft thun, wenn ihr eine Repulsionskraft von unendlicher Ueberlegenheit entgegenwirkt?

Indem Herr Murray die Theorien über die mit Dünsten gemischten, elastischen Flüssigkeiten einer Prüfung unterwirft, scheint er die Richtigkeit der Thatsache in Anspruch zu nehmen: daß die Menge des Dunstes im

luftleeren Raume und in der Luft dieselbe sey, ungeachtet er nicht versucht hat, zu bestimmen, in welchem von beiden Fällen die Menge des Dunstes am größten sey. Dieß ist sicherlich der Probierstein der mechanischen und chemischen Theorie; und ich war stets überzeugt, daß derjenige, welcher die Richtigkeit dieser Thatsache einräumt, unfehlbar die mechanische Theorie annehmen müsse. Berthollet hingegen, aus eigener Erfahrung überzeugt, daß diese Thatsache gegen jede Einwendung gesichert sey, sucht, so unvereinbar es damit ist, sie mit der chemischen Theorie in Uebereinstimmung zu bringen; mit welchem Erfolge mögen andere beurtheilen.

Murray stimmt darin mit Berthollet überein, daß er gleichfalls meine Behauptung: daß wenn die Atmosphäre vernichtet wäre, wir wenig mehr Wasserdunst, als sich jetzt in derselben vorfindet, haben würden, als ausschweifend verdammt. Hingegen erlaube ich mir nur die Bemerkung, daß wenn einer dieser beiden Naturforscher nur berechnen, oder auch seiner Hypothese zufolge nur einen rohen Ueberschlag machen wollte, wie groß die Menge des Wasserdunstes, der angeführten Annahme zufolge, seyn müßte, welche sich um die Erde angehäuft hätte, ich mich mit ihnen in eine weitläuftigere Erörterung dieses Gegenstandes einlassen würde.

Im Jahre 1802 kündigte Dr. Henry eine sehr merkwürdige und wichtige Entdeckung an, welche nachmals in den philosophischen Transaktionen bekannt gemacht wurde, nehmlich: daß die Menge von jedem Gas, welches vom Wasser absorbirt wird, in direktem Verhältnisse mit dem Drucke des Gas,

auf die Oberfläche des Wassers wachse. Früher als dieses bekannt wurde, war ich mit Untersuchungen über die Menge der in der Atmosphäre enthaltenen Kohlensäure beschäftigt. Es war für mich eine überraschende Erscheinung, daß Kalkwasser mit Leichtigkeit die Gegenwart der in der atmosphärischen Luft enthaltenen Kohlensäure zu erkennen gab, während reines Wasser, so lange es auch der Luft ausgesetzt werden mochte, auch nicht die schwächsten Spuren vom Daseyn dieser Säure anzeigte.

Ich glaubte die Länge der Zeit würde die Schwäche der Verwandtschaft ersetzen. Da ich diesen Gegenstand weiter verfolgte, fand ich, daß die Menge dieser Säure, welche vom Wasser aufgenommen wurde, größer oder kleiner ausfiel; je nachdem die Dichte derselben in der gasförmigen Mischung, welche auf der Oberfläche des Wassers ruhete, größer oder kleiner war, und nun verwunderte ich mich nicht mehr, daß das Wasser eine so unmerkliche Menge Kohlensäure aus der Atmosphäre in sich nahm. Ich hatte jedoch nicht die leiseste Vermuthung, daß dieses Gesetz auf alle Gasarten anwendbar seyn möchte, bis Dr. Henry seine Entdeckung bekannt machte. Unmittelbar hierauf, überzeugte ich mich, daß um die Menge Gas, welche ein Quantum Wasser zu absorbiren vermögend ist, genau zu bestimmen, man Sorge tragen müsse, daß das Gas, welches man zum Gegenstande des Versuches wählt, vollkommen rein, oder mit einem andern Gas unvermischt sey; weil sonst das Maximum der Wirkung für einen bestimmten Druck nicht erfolge.

Diese Bemerkung wurde dem Dr. Henry mitge-

theilt, und richtig befunden. Dem zufolge wurde es nöthig, einige seiner Versuche, welche sich auf die unter einem bestimmten Drucke absorbirte Menge Gas, bezogen, zu wiederholen. Nach reiflicher Erwägung aller dieser Phänomene, überzeugte sich Dr. Henry, daß es keine Theorie der elastischen Flüßigkeiten gäbe, welche eine so einfache, leichte und verständliche Auflösung dieser Erscheinungen darböte, als die von mir angenommene, nehmlich; daß jedes Gas in irgend einer Mischung einen besondern Druck ausübe, welcher fortdauernd derselbe bleibt, wenn auch die anderen Gasarten hinweggenommen werden.

Man findet im achten Bande von Nicholson's Journal einen an mich gerichteten Brief, in welchem Dr. Henry seine Gründe, warum er meiner Theorie den Vorzug giebt, aus einander setzt. Im neunten Bande ist ein Brief von Herrn Gough, welcher einige Erinnerungen dagegen enthält, abgedruckt, welche eine zweckmäßige Widerlegung von Seiten des Dr. Henry nach sich zogen.

Im achten, neunten und zehnten Bande von Nicholson's Journal und im ersten Bande der Abhandlungen von Manchester (neue Folge) findet man mehrere von Herr Gough gegen meine Theorie der gemischten Gasarten gemachte Einwürfe, so wie einige seiner Ansichten über diesen Gegenstand. Herr Gough hält die Atmosphäre für eine chemische Zusammensetzung aus Gasarten, Dünsten u. s. w. und gründet seine Meinung vorzüglich auf die Beobachtung einiger hygrometrischer Erscheinungen, wie z. B. daß die Luft in gewissen Fällen Feuchtigkeit aus den Körpern absor-

birt, in andern sie wieder an dieselben abgiebt; woraus hervorgeht, daß die Luft eine chemische Verwandtschaft zum Wasser habe, welche von einer anderen kräftigeren überwunden werden kann.

Diese Meinung ist, wie Herr Murray bemerkt, dieselbe, welche Halley aufgestellt, und die le Roy, Hamilton und Franklin unterstützt haben. Man kann sie als die herrschende Hypothese bis zu dem Zeitpunkte betrachten, wo Saussüre seine berühmten Versuche über die Hygrometrie (im Jahr 1783) bekannt machte. In diesem Werke wird behauptet, daß das Wasser vorläufig in Wasserdunst verwandelt, und in diesem Zustande von der Luft aufgelös't werde. Diese zweideutige Theorie fand keine zahlreichen Anhänger, diente aber doch dazu, die Unhaltbarkeit der andern zu zeigen. Endlich erhielt die Theorie von der chemischen Auflösung des Wassers in atmosphärischer Luft im Jahre 1791 durch Bekanntmachung von Pictet's Versuch über das Feuer, und noch kräftiger durch de Lüc's Abhandlung über das Verdunsten, welche in den philosophischen Transaktionen vom Jahre 1792 enthalten ist, ihren Todesstreich. Diese beiden Naturforscher zeigten, daß alle die hygrometrischen Erscheinungen eben so gut, ja noch rascher in einem luftleeren Raume als in atmosphärischer Luft erfolgen, wofern nur dasselbe Quantum Feuchtigkeit zugegen ist. Alle Wirkung, welcher irgend eine Beschaffenheit oder Dichte der Luft hat, bestehet darin, den Erfolg aufzuhalten, am Ende findet aber dasselbe statt.

Der einzige Einwurf von Erheblichkeit den Herr Gough gemacht hat, ist meines Erachtens derjenige,

welcher auf die Fortpflanzung des Schalles gegründet ist: Bestände die Atmosphäre vornehmlich aus zwei verschiedenen elastischen Mediis, so müßten entfernte Schalle doppelt gehört werden; das heist, derselbe Schall würde zweimal wahrgenommen werden, nach Maaßgabe wie er von der einen, oder von der andern Atmosphäre fortgepflanzt wird. Durch Rechnung finde ich, daß wenn der Schall in einer Atmosphäre von Stickgas sich in der Sekunde durch einen Raum von 1000 Fuß bewegt, er in derselben Zeit in andern Gasarten folgende Räume zurücklegen werde.

Der Schall bewegt sich in einer Sekunde durch Fuße

in Stickgas . . .	1000
in Sauerstoffgas . . .	930
in kohlensaurem Gas . .	804
in Wasserdunst . . .	1175

Dieser Tabelle zufolge, würde, wofern ein starker lauter Knall in einer Entfernung von 13 englischen Meilen (jede zu 5135 rheinländischen Fuß) erzeugt würde, zuerst ein schwacher Gehöreindruck, der durch Fortpflanzung des Schalles vermittelst der Wasserdunstatmosphäre hervorgebracht würde, binnen 58 Sekunden wahrgenommen werden; dann würde ein zweiter folgen, welcher der lauteste von allen seyn würde, dieser würde durch die Stickgasatmosphäre binnen $68\frac{1}{2}$ Sekunde fortgepflanzt werden; der dritte würde weit schwächer als der zweite seyn, ihn würde die Sauerstoffgasatmosphäre in 74 Sekunden fortpflanzen. Der vierte und letzte, den die aus kohlensaurem Gas bestehende Atmosphäre,

fortpflanzt, würde ausnehmend schwach seyn, und er würde zur Zurücklegung seines Weges 85 Sekunden bedürfen.

Ungeachtet die Beobachtung nicht völlig mit der Theorie in dieser Hinsicht übereinstimmt, so nähert sie sich derselben doch vielleicht so sehr, als der weit einfacheren Einrichtung der Atmosphäre, welche Herr Gough annimmt. Derham welcher die größte Anzahl genauer Beobachtungen über den von entfernten Orten herkommenden Schall gemacht hat, bemerkte, daß der Knall einer Kanone, welche in einer Entfernung von 13 englischen Meilen von seinem Standorte abgefeuert wurde, nicht einen einzelnen Schall gab, sondern daß derselbe fünf bis sechs mal schnell nach einander wiederholt wurde „die zwei ersten Laute waren stärker als der dritte, allein der letztere war stärker als irgend einer der übrigen." Cavallo, welcher in seiner Experimental-Physik die oben erwähnte Bemerkung von Derham anführt, fügt hinzu: „diese Wiederholung des Schalles, rührte wahrscheinlich von der Zurückwerfung des einzelnen Schalles, von Hügeln, Häusern und anderen Gegenständen, welche sich in keiner beträchtlichen Entfernung von der Kanone befanden, her."

Es ist übrigens allgemein aus Beobachtungen bekannt, daß auch an Orten wo sich kein Echo vermuthen läßt, der Knall einer Kanone, welche in der Entfernung von 10 bis 12 englische Meilen gelös't wird, von einem aus der Nähe herkommenden Schall verschieden sey. Im letzteren Falle, ist der Knall stark und augenblicklich, so daß man nicht die Höhe desselben anzugeben vermögend ist. Im ersteren Falle, nemlich wenn er aus einer bedeutenden

deutenden Entfernung kommt, ist es ein tiefer Schall, welcher sich mit einem bestimmten musikalischen Tone vergleichen läßt; und statt augenblicklich zu verschwinden, fängt er sanfter an, steigt zu der größten Stärke, sinkt dann wieder und verliert sich zuletzt, in ein murmelndes Getön. — Fast dasselbe bemerkt man bei einem Donnerschlage, auch der Schall, welchen andere Körper hervorbringen, verändert sich gleichfalls nach Maaßgabe der Entfernung" (Cavallo's ausführliches Handbuch der Naturlehre u. s. w. aus dem Englischen übersetzt von J. B. Trommsdorff B. II. S. 340 — 341.)

Ich will jetzt meine gegenwärtigen Ansichten über die gemischten Gasarten mittheilen, die sich etwas von denen, welche ich bei der ersten Bekanntmachung meiner Theorie hatte, unterscheiden; indem später angestellte Versuche, manches in meiner ersten Vorstellungsart berichtigt haben. Indem ich meine Untersuchungen über die Natur der elastischen Flüßigkeiten fortsetzte, überzeugte ich mich bald, daß es nöthig sey, wofern es nur irgend möglich wäre, auszumitteln: ob die Atome, oder kleinsten Theilchen der verschiedenen Gasarten, alle unter gleichen Umständen der Temperatur und des Druckes der Atmosphäre, von derselben Größe, oder demselben Volumen sind. Unter Größe oder Volumen eines kleinsten Theilchens, verstehe ich hier, den Raum welchen es im Zustande einer reinen elastischen Flüßigkeit einnimmt. In diesem Sinne genommen, begreife ich unter dem Volumen eines Theilchens, das Volumen des vorausgesetzten undurchdringlichen Kernes, verbunden mit der ihn um-

gebenden aus Wärmestoff bestehenden, Repulsionskraft ausübenden, Atmosphäre.

Zu der Zeit, als ich meine Theorie über die gemischten Gasarten entwarf, hatte ich, wie mehrere, sehr verwirrte Ansichten von den kleinsten Theilchen, aus welchen die Gasarten bestehen. Ich nahm an, daß dieselben in den verschiedensten Gasarten dieselbe Größe haben; und daß ein bestimmtes Volumen Sauerstoffgas eben so viele Theilchen, als dasselbe Volumen Wasserstoffgas enthalte; oder wenn dieses nicht der Fall seyn sollte, daß es uns an Datis fehle, aus welchen dieser Gegenstand bestimmt werden könne. Ein dem Seite 81—82 befindlichen, völlig ähnliches Raisonnement, brachte mich aber zu der Ueberzeugung, daß die kleinsten Theilchen der verschiedenen Gasarten nicht von derselben Größe sind: und daß Nachstehendes, wofern nicht in der Folge Gründe für das Gegentheil aufgefunden werden, als Grundsatz hingestellt werden könne, nehmlich:

Daß jede Art reiner elastischer Flüßigkeiten aus kugelförmigen Theilchen, welche alle eine gleiche Größe haben, bestehe; daß aber nicht zwei Arten derselben in der Größe ihrer Theilchen übereinkommen, vorausgesetzt, daß der Druck der Atmosphäre und die Temperatur dieselben sind.

Ich war noch in Hinsicht eines andern Gegenstandes zweifelhaft; nehmlich ob der Wärmestoff die Ursache der Repulsion sey. Ich war mehr geneigt die Repulsion einer Kraft, welche der magnetischen Materie ähnelt, und die auf eine Art von Materie wirkt, auf eine

andere aber keine Wirkung ausübt, zuzuschreiben. Denn, wenn der Wärmestoff die Ursache der Repulsion wäre, so schien dafür kein Grund vorhanden, warum nicht ein Theilchen Sauerstoff ein Theilchen Wasserstoff mit derselben Kraft zurückstoßen sollte, als ein Theilchen seiner eigenen Art, vorzüglich wenn sie beide von gleicher Größe wären. Bei reiflicher Ueberlegung finde ich jedoch keinen Grund, warum ich mich von der gemeinen Meinung, welche die Repulsion dem Wärmestoffe zuschreibt, entfernen soll; und ich glaube, daß die Erscheinungen, welche die Gasarten bei ihrer Vermischung darbieten, sich aus der Repulsion erklären lassen, ohne daß es nöthig sey, das Postulat anzunehmen, daß ihre Theilchen wechselseitig unelastisch wären; wodurch sie zugleich frei von jedem der im Vorhergehenden beigebrachten Einwürfe, welche ich unbeantwortet gelassen habe, werden.

Erwägt man die Anordnung der kugelförmigen Theilchen in einem Volumen einer rein elastischen Flüssigkeit, so findet man, daß dieselbe einem viereckigen Haufen Schrot analog seyn müsse. Die Theilchen müssen in horizontalen Lagen geordnet seyn, und immer vier Theilchen müssen ein Quadrat bilden. In einer oberen Lage ruhet jedes Theilchen auf vier Theilchen der untern. Alle vier Berührungspunkte, werden sich 45° über der horizontalen Ebene, oder über derjenigen Ebene befinden, welche durch die Mittelpunkte der vier Theilchen hindurchgeht. In dieser Hinsicht ist der Druck beständig und durchgängig gleichförmig. Bringt man aber ein Maaß einer Gasart, mit einem Maaß einer andern in irgend einem Gefäße zusammen, so hat man eine Oberfläche von

elastischen kugelförmigen Kügelchen von einer Größe, in Berührung mit einer gleichen Oberfläche von Theilchen einer andern. In einem solchen Falle müssen die Berührungspunkte der heterogenen Theilchen durchgängig von 40° bis 90° variiren. Aus dieser Ungleichheit muß eine innere Bewegung entstehen, und die Theilchen einer Art, müssen gegen die der andern fortgetrieben werden. Dieselbe Ursache welche verhinderte, daß die beiden elastischen Flächen im Gleichgewicht bleiben, wird stets statt finden. Die Theilchen der einen Art, sind wegen ihrer verschiedenen Größe, unfähig sich gehörig an die der andern anzuschließen; so daß demnach unter den heterogenen Theilchen kein Gleichgewicht eintreten kann.

Es muß folglich die innere Bewegung so lange fortwähren, bis die Theilchen an der entgegengesetzten Fläche des Gefäßes zu einem Punkte gelangen, wo sie daurend in Ruhe seyn können, und das Gleichgewicht tritt endlich dann ein, wenn das eine Gas sich gleichförmig durch das andere verbreitet hat. In der freien Atmosphäre kann in solch einem Falle nicht eher ein Gleichgewicht statt finden, als bis die Theilchen zu einer solchen Höhe aufgestiegen sind, daß sie durch ihr eigenes Gewicht zurückgehalten werden, das heist bis sie eine abgesonderte Atmosphäre bilden.

Es ist sehr merkwürdig, daß wenn zwei gleiche Maaße verschiedener Gasarten, so durch einander vertheilt sind, und einen unveränderlichen Druck, wie z. B. den der Atmosphäre aushalten, daß der Druck auf jedes einzelne Theilchen der Mischung, kleiner als im Anfange sey. Dieses zeigt das aktive Princip der Verbreitung an;

denn Theilchen der Flüßigkeiten sind stets geneigt, sich nach derjenigen Seite hin zu bewegen, wo der Druck am schwächsten ist. Bezeichnet man bei einer Mischung aus gleichen Theilen (den Volumen nach) Sauerstoffgas und Wasserstoffgas den gemeinsamen Druck auf jedes Theilchen vor der Mischung mit 1; so wird der nach der Vermischung eintretende Druck, wenn Gas bis auf die Hälfte seiner Dichte zurückgebracht worden ist, mit $\sqrt[3]{\frac{1}{2}}$ $= 0{,}794$ bezeichnet werden müssen.

Diese Ansicht von der Constitution der gemischten Gasarten, kommt mit der, welche ich im Vorhergehenden aufgestellt habe, in folgenden zwei Punkten überein; welche jede Theorie über diesen Gegenstand, wofern sie annehmlich gefunden werden soll, meinem Dafürhalten nach, als wesentlich anerkennen muß.

1. Die Vertheilung der Gasarten durcheinander, wird vermittelst der den homogenen Theilchen angehörenden Repulsion; oder durch dasjenige Princip bewirkt, welches stets wirksam ist, die Ausdehnung des Gas hervorzubringen.

2. Wenn eine oder mehrere gemischte Gasarten zum Gleichgewichte gelangen, so ist die elastische Energie, welche jede derselben gegen die Oberfläche des Gefäßes, oder irgend eine Flüßigkeit ausübt, genau dieselbe, welche das Gas, wofern es allein zugegen wäre, und den ganzen Raum einnähme, (jedes andere Gas hinweggedacht) ausüben würde.

In anderer Hinsicht stimmt, glaube ich, die letzte Ansicht besser mit den Erscheinungen und begegnet den Einwürfen, welche Dr. Thomson gegen meine frühere

Theorie beigebracht hat; vorzüglich aber beantwortet sie die Frage: warum gemischte Gasarten, von denen es bekannt ist, daß sie sich in gewissen Fällen chemisch verbinden, sich nicht stets mit einander verbinden; und warum irgend ein Gastheilchen in dem Augenblicke seiner Entstehung, mehr zur Verbindung geneigt sey, als nachdem es den elastischen Zustand angenommen hat? Diese Ansicht wird auch deutlicher den Grund erklären, warum ein Gas einen so kräftigen und daurenden Widerstand dem Eindringen eines andern entgegen setzt.

In Ansehung des Wasserdunstes bleibt noch immer eine Schwierigkeit zurück, welche durch keine Abänderung der Ansicht des Gegenstandes gänzlich entfernt wird: ungeachtet der Wasserdunst jeder Voraussetzung zufolge, sofern die Temperatur es gestattet, in der Atmosphäre zugegen seyn kann, indem er keinem stärkeren Drucke, als dem welcher von seinen eigenen Theilchen ganz so, als wenn alle anderen entfernt wären, hervorgebracht wird, ausgesetzt ist; so läßt sich doch fragen, wie er sich von der Oberfläche des Wassers, welche dem Drucke der Atmosphäre ausgesetzt ist, erheben könne? Wie kann Wasserdunst, welcher mit einer nur einem halben Zoll Quecksilber gleichen elastischen Kraft aufsteigt, sich von dem Wasser losmachen, da er ein Gewicht von 30 Zoll Quecksilber zu überwinden hat, das sich seinem Aufsteigen entgegen setzt.

Diese Schwierigkeiten finden beinahe in gleichem Grade in allen Theorien über die Auflösung des Wassers in der Luft statt, sie sind demnach für jeden von Bedeutung, welche Hypothese er anch annehmen mag,

um dieselben zu entfernen. Durch chemische Auflösung werden sie sehr schlecht erklärt; denn die Verwandtschaft der Luft zum Wasserdunste wird stets als schwach beschrieben, und dennoch soll sie hinreichend seyn, den Druck einer mächtigen Kraft, welche dem Gewichte der Atmosphäre gleich ist, zu überwinden.

An einem anderen Orte (Manch. Mem. Vol. I. new series page 284) war ich bemühet, meine Ansicht dieses Gegenstandes zu entwickeln. Es scheint mir, daß erst in der Tiefe von 10 bis 12 Schichten (strata) der Theilchen irgend einer Flüßigkeit, der Druck auf jede senkrechte Säule gleichförmig werde, und daß mehrere der Theilchen in der höchsten Schichte in der That nur einem geringen Drucke ausgesetzt sind.

Dritter Abschnitt.

Von der Constitution der tropfbaren Flüssigkeiten, und dem mechanischen Verhältnisse zwischen tropfbaren und elastischen Flüßigkeiten.

Man kann eine tropfbare Flüßigkeit so definiren, daß man sagt, sie sey ein Körper dessen Theile dem leisesten Eindrucke weichen, und die sich mit der größten Leichtigkeit an einander verschieben lassen. Diese Definition mag wohl für die Betrachtung der tropfbaren Flüßigkeiten in hydrostatischem Sinne genügend seyn, sie ist es aber keinesweges in chemischem Sinne. Streng genommen giebt es keine unelastische Substanz. Ist der Wärmestoff der Grund der Elasticität, so müssen alle Körper, welche denselben enthalten, nothwendig elastisch seyn. Gewöhnlich belegen wir aber nur solche Flüßigkeiten mit dem Nahmen der elastischen Flüßigkeiten, welche in einem sehr ausgezeichneten Grade die Eigenschaft verdichtet zu werden, besitzen. Wasser ist eine tropfbare Flüßigkeit, oder eine unelastische Flüßigkeit; wird es aber durch eine große Kraft zusammengedrückt, so giebt es etwas nach, und nimmt bei'm Nachlassen des Druckes sein ursprüngliches Volumen wieder an. Canton hat durch eine Reihe von Versuchen die Zusammendrückbarkeit mehrerer Flüs-

sigkeiten dargethan. Nach ihm verliert Wasser durch den Druck der Atmosphäre $\frac{1}{21740}$ seines Volumens *)

Erwägt man die Entstehung des Wassers aus Wasserdunst, so braucht man sich nicht über seine Compressibilität, besonders in einem so niedrigen Grade, zu verwundern; man müßte sich verwundern wenn es diese Eigenschaft nicht besäße. Die Gewalt des Wasserdunstes bei 212° ist dem Drucke der Atmosphäre gleich; welche ungeheure Kraft muß derselbe besitzen, wenn er funfzehn bis achtzehnhundertmal verdichtet wird? Wir wissen, daß die Theilchen des Wasserdunstes, wenn sie in tropfbarflüßiges Wasser übergehen, noch den größten Theil ihres Wärmestoffs beibehalten. Wie groß muß demnach der Widerstand seyn, den sie jeder zusammendrückenden Kraft entgegensetzen?

Die richtige Ansicht dieses Gegenstandes ist, daß man Wasser, und der Analogie nach, andere Flüßigkeiten, als Körper betrachtet, welche unter der Herrschaft der zwei mächtigsten und wirksamsten Kräfte, der Anziehung und Repulsion, zwischen denen ein Gleichgewicht statt fin-

*) In Deutschland haben sich die Herren Abich und Zimmermann (über die Elasticität des Wassers. Leipzig 1778) mit der Compressibilität tropfbarer Flüßigkeiten beschäftigt. Sie fanden die Zusammendrückung von $26\frac{3}{4}$ Kubikzoll

	Durch den Druck von 745,181 Pf.	Durch den Druck von 2509,591 Pf.
Brunnenwasser . .	$\frac{1}{142,66}$	$\frac{1}{35,667}$
Gesättigte Kochsalzauflösung	$\frac{1}{103,45}$	$\frac{1}{33,909}$
Milch . . .	$\frac{1}{215,21}$	$\frac{1}{38,695}$
Branntwein . .	$\frac{1}{224,76}$	$\frac{1}{43,664}$

Der Druck des Luftkreises comprimirte, nach ihren Versuchen, das Brunnenwasser um $\frac{1}{93142,66}$ = 0,000075 des Volumens — welches sehr von Canton's Angaben verschieden ist.

det, stehen. Wendet man irgend eine zusammendrückende Kraft an, so giebt es nach, aber nur so, wie eine starke Feder nachgeben würde, welche bis zur größtmöglichsten Spannung aufgezogen worden wäre. Sind wir aber bemühet, ein Theilchen der Flüßigkeit von einem andern zu trennen, so ist der Fall verschieden: hier ist die Anziehung die entgegenwirkende Kraft, und da ihr von der Repulsionskraft das Gleichgewicht gehalten wird, so reicht eine mäßige Kraft hin, die Trennung hervorzubringen. Allein auch in diesem Falle sehen wir die Anziehungskraft vorwalten; indem eine deutliche Cohäsion der Theilchen wahrgenommen wird. Woher entspringt diese? Man sollte, wie es scheint, erwarten können, daß wenn zwei Theilchen Wasserdunst zusammentreten, um Wasser zu bilden, sie eine solche Lage gegen einander einnehmen, daß ein vollkommenes Gleichgewicht zwischen den beiden entgegengesetzten Kräften hervorgebracht wird. Tritt aber eine fremde Kraft dazwischen, welche die beiden Theilchen, wenn auch nur um einen unendlich kleinen Raum von einander trennt, so nimmt die Repulsion in einem größeren Verhältnisse ab, als die Anziehung; letztere gewinnt demnach ein Uebergewicht, welches die fremde Kraft überwinden muß. Wäre dieses nicht der Fall, warum würden sie anfänglich, oder bei der Bildung des Wassers, aus einer größeren in eine geringere Entfernung übergehen?

Was die Lagerung oder Anordnung der Theilchen im Wasser, oder in irgend einer andern tropfbaren Flüssigkeit betrifft, so bemerkte ich schon früher (Seite 158), daß aller Wahrscheinlichkeit nach, sie von der in der Luft

verschieden wäre. Die Erscheinungen welche die Ausdehnung der tropfbaren Flüßigkeit durch Wärmestoff darbietet, macht es höchst unwahrscheinlich, daß eine Gleichförmigkeit in dieser Hinsicht statt finde. Das Gesetz der Ausdehnung ist unerklärbar, wenn man die tropfbaren Flüßigkeiten auf eine und dieselbe Anordnung ihrer kleinsten Theilchen, bei allen Temperaturen beschränkt; denn man kann nicht umhin zu folgern, daß wenn dieses der Fall wäre, die Ausdehnung in einem zunehmenden Verhältnisse mit der Zunahme der Wärme fortschreiten müsse; so wie dieses bei der Luft der Fall ist; und man würde keinen Grad der Temperatur, bei welchem die Ausdehnung stationär wäre, bemerken können.

Wechselseitiger Druck der tropfbarflüßigen und elastischen Flüßigkeiten aufeinander.

Wenn eine elastische Flüßigkeit in einem aus gewissen Materialien, als aus Holz, Töpferwaare, u. s. w. verfertigten Gefäße eingeschlossen ist, so findet man, daß die Gemeinschaft mit der äußern Luft langsam hergestellt werde; daß sie an dieselbe einen Theil abgebe, und dafür von ihr einen Theil empfange, bis eine vollkommene Untermischung (intermixture) beider Körper statt findet. Es leidet wohl keinen Zweifel, daß dieses von der Porosität der Gefäße herrühre, welches der Grund ist, daß von ihnen ein Theil der Flüßigkeit hindurchgelassen wird.

Andere Gefäße, wie z. B. gläserne, metallene u. s. w. sperren die Gasarten ungleich vollständiger ein. Diese können demnach nicht porös seyn; oder vielmehr ihre

Zwischenräume sind so klein, daß sie dem luftförmigen Körper keinen Durchgang verstatten. Ich glaube nicht, daß bis jetzt irgend eine von Art Gefäß gefunden wurde, welches eine Gasart sperrt, einer anderen aber den Durchgang gestattet; ein solches ist noch immer ein Desiderat in der praktischen Chemie.

Alle Gasarten scheinen, wie man auch erwarten konnte, vollkommen porös zu seyn, und daher dienen sie nur sehr kurze Zeit dazu, einander zu sperren, Wie verhalten sich tropfbare Flüssigkeiten in dieser Hinsicht? Aehneln sie in ihrem Vermögen, elastische Flüssigkeiten zu sperren, dem Glase, den Gefäßen aus Töpferwaare, oder den Gasarten? Diese Fragen sind sehr wichtig: sie lassen sich nicht augenblicklich beantworten, sondern wir müssen geduldig die Thatsachen untersuchen.

Ehe wir weiter in dieser Untersuchung fortschreiten, wird es nöthig seyn, wofern es möglich ist, einen Grundsatz aufzustellen, welcher uns in Stand setzt, die chemische Wirkung der tropfbaren Flüssigkeiten auf elastische Flüssigkeiten, von der mechanischen zu unterscheiden. Ich glaube, daß man gegen nachstehenden, nicht wohl Einwürfe wird vorbringen können:

Bemerkt man, wenn ein elastisches Fluidum mit irgend einer tropfbaren Flüssigkeit in Berührung kommt, irgend eine Veränderung, es sey in der Elasticität, oder in irgend einer anderen Eigenschaft des elastischen Fluidums, so muß die wechselseitige Einwirkung für eine chemische erklärt worden, nimmt man aber keine Veränderung, weder in der Elasti-

citát, noch in irgend einer anderen Eigenschaft der elastischen Flüssigkeit wahr, dann muß man die Einwirkung beider Flüssigkeiten auf einander, für rein mechanisch halten.

Schüttet man etwas Kalkerde in Wasser, und schüttelt sie damit, so wird, wenn man die Mischung hinreichend lange stehen läßt, die Kalkerde niederfallen, und das Wasser wird durchsichtig zurückbleiben: allein das Wasser nimmt eine geringe Menge Kalkerde in sich, welche sie fest an sich hält, den Gesetzen der specifischen Schwere ganz entgegen, warum geschieht dieses? Weil jener Antheil Kalkerde vom Wasser aufgelös't wurde. Bringt man etwas atmosphärische Luft in das Wasser und schüttelt beide mit einander, so wird, wofern man sie eine hinreichende Zeit stehen läßt, die Luft auf die Oberfläche des Wassers steigen, und letzteres wird vollkommen durchsichtig seyn; allein das Wasser behält einen Antheil Luft beständig mit sich vereinigt; ganz dem Gesetze der specifischen Schwere entgegen. Warum geschieht dieses? Weil dieser kleine Antheil Luft vom Wasser aufgelös't wurde. So weit sind diese beide Erklärungen vollkommen genügend. Bringt man aber beide Antheile Wasser unter den Recipienten der Luftpumpe, und nimmt man die auf die Oberflächen des Wassers drückende Luft hinweg, so steigt alle von dem Wasser absorbirte Luft in die Höhe, und wird aus dem Recipienten, durch fortgesetztes Auspumpen hinweggeschafft; während die Kalkerde vor wie nach in der Auflösung zurückbleibt. Wiederholt man jetzt die Frage: warum die Luft vom Wasser zuruckbehalten werde? So wird

man antworten müssen: weil auf die Oberfläche des Wassers eine elastische Kraft wirkt, welche es zurückhält. Das Wasser erscheint bei diesem ganzen Geschäfte völlig passiv. Vielleicht hat aber der Druck der Luft auf die Oberfläche des Wassers einigen Einfluß auf seine Verwandtschaft zur Luft; keinen hingegen auf die zur Kalkerde? Man nehme die atmosphärische Luft von den Oberflächen beider Antheile Wasser hinweg, und bringe, ohne den Druck zu vermindern, eine andere Luftart damit in Berührung, so wird das Kalkwasser unverändert bleiben; die atmosphärische Luft wird aber aus dem anderen Antheile Wasser eben so, wie im luftleeren Raume entweichen.

Diese Thatsache scheint das Verhältniß des Wassers zur Luft noch ungleich schwieriger zu machen; im ersten Falle schien es, als wenn die Luft von der anziehenden Kraft des Wassers zurückgehalten würde; im zweiten schien das Wasser völlig gleichgültig zu seyn; und im dritten, schien es eine Repulsionskraft auf die Luft auszuüben; dennoch ist es in allen drei Fällen dieselbe Luft, welche auf dasselbe Wasser wirkt.

Die angeführten Thatsachen scheinen demnach zu drei Ansichten über die wechselseitige Einwirkung der Luft und des Wassers zu berechtigen: nemlich, daß das Wasser die Luft anziehe; daß das Wasser die Luft nicht anziehe; daß das Wasser die Luft zurückstoße. Eine derselben muß richtig seyn, wir wollen uns jedoch nicht übereilt bestimmt für eine erklären.

Dr. Priestley glaubte einst, „daß der Thon einer porösen irdenen Retorte, bei'm Rothglühen den luft-

förmigen Zustand jeglicher Gasart, die mit der äußern Fläche derselben in Berührung gebracht werde, auf einige Zeit aufhebe; daß sie aber den luftförmigen Zustand dadurch wiedererlange, daß sie in chemische Verbindung von einem Theilchen Thon zum andern übergegangen sey; bis von ihr der innere Raum der Retorte erreicht worden." Er ließ jedoch bald eine so unhaltbare Meinung fahren.

Aus den neueren Versuchen des Dr. Henry, in Verbindung mit den meinigen scheint man zu der Folgerung Grund zu haben, daß ein gegebenes Volumen Wasser, nachstehende Antheile seines Volumens von den verschiedenen Gasarten absorbire:

Volumen des absorbirten Gas	
$1 = 1$	Kohlensaures Gas
$1 = 1$	Schwefelhaltiges Wasserstoffgas
$1 = 1$	Oxydirtes Stickgas
$\frac{1}{8} = 0{,}125$	Oelmachendes Gas
$\frac{1}{27} = 0{,}037$	Sauerstoffgas
$\frac{1}{27} = 0{,}037$	Kohlenstoffhaltiges Wasserstoffgas
$\frac{1}{27} = 0{,}037$	Gasförmiges Kohlenoxyd?
$\frac{1}{64} = 0{,}0156$	Wasserstoffgas
$\frac{1}{64} = 0{,}0156$	Gasförmiges Kohlenoxyd?

Diese Brüche sind die Würfel von $\frac{1}{1}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$ u. s. w. man ersieht hieraus, daß die Distanzen der gasförmigen Theilchen im Wasser, stets dasselbe Multiplum der Entfernungen außerhalb des Wassers sind.

In einer aus zwei oder mehreren Gasarten bestehenden Mischung, findet dasselbe Gesetz statt, als wenn die Gasarten allein sind; d. h. die Menge, welche von

jeder Gasart absorbirt wird, ist dieselbe, als wenn jede derselben einzeln zugegen gewesen wäre.

Da die Menge eines jeden Gas, welches in einem bestimmten Volumen enthalten ist, Veränderungen unterworfen ist, die vom Druck und der Temperatur herrühren; so bietet sich ganz natürlich die Untersuchung dar, ob durch diese Umstände eine Veränderung in der Absorbtion bewirkt werde. Die Versuche von Dr. Henry haben diesen Punkt entschieden, und dargethan, daß wenn das äußere Gas in irgend einem Grade verdünnt oder verdichtet wird, das absorbirte Gas in demselben Grade verdünnt oder verdichtet sey; so daß die oben angegebenen verhältnißmäßigen Mengen des absorbirten Gas absolut sind.

Eine merkwürdige Thatsache, auf welche man gestoßen ist, ist die, daß eine Gasart nicht vermögend sey, eine andere im Wasser zurückzuhalten. Sie entweicht zwar nicht augenblicklich, wie in einem luftleeren Raume, allein nach und nach; so wie kohlensaures Gas, von dem Boden eines Gefäßes, welches mit der atmosphärischen Luft Gemeinschaft hat, an diese entweicht.

Noch bleibt zu untersuchen übrig, ob das Verhältniß zwischen dem Wasser und den oben genannten Gasarten, von chemischer oder mechanischer Natur sey. Aus den oben erwähnten Thatsachen geht deutlich hervor, daß die Elasticität der Kohlensäure und der beiden anderen Gasarten der ersten Klasse, ganz nnd gar nicht von dem Wasser afficirt werde. Die Energie derselben ist genau dieselbe, es mag Wasser zugegen seyn oder nicht. Alle übrige Eigenschaften dieser Gasarten bleiben ganz dieselben, so weit mir bekannt ist, sie mögen

sich

sich allein, oder mit Wasser vermischt befinden. Wir müssen demnach, wenn wir bei dem eben entwickelten Gesetze verbleiben wollen, die wechselseitige Einwirkung unter diesen Gasarten und dem Wasser für mechanisch erklären.

Eine merkwürdige und belehrende Erscheinung findet statt, wenn man einen Antheil der drei oben genannten Gasarten in eine Eudiometerröhre von $\frac{3}{10}$ Zoll im Durchmesser über Wasser treten läßt. Das Wasser steigt in die Höhe und absorbirt mit beträchtlicher Schnelligkeit das Gas. Läßt man schnell einen kleinen Antheil atmosphärische Luft in die Röhre treten, so steigt es zu dem andern Gas empor, und wird gewöhnlich einige Zeit lang durch ein dünnes Häutchen Wasser von demselben getrennt. In dem Augenblicke, in welchem die beiden gasförmigen Körper in die eben beschriebene Lage kommen, hört das Wasser plötzlich auf in der Röhre zu steigen, allein das Wasserhäutchen steigt mit großer Schnelligkeit empor, der unter demselben befindliche Raum erweitert sich, der über demselben wird verhältnißmäßig vermindert, bis es endlich platzt. Dieß scheint anzuzeigen, daß das Wasserhäutchen eine Art Sieb sey, durch welches diese Gasarten, nicht aber die atmosphärische Luft, leicht hindurch gehen können.

Bei den andern Gasarten ist es äußerst merkwürdig, daß ihre Dichte im Wasser von der Art ist, daß die Entfernung ihrer Theilchen gerade das Doppelte, Dreifache, Vierfache von ihrer Dichte außerhalb des Wassers ist. Im ölmachenden Gas, ist, wie man aus der gleich $\frac{1}{8}$ gefundenen Dichte sehen kann, die Entfer-

nung der Theilchen im Wasser doppelt so groß, wie außerhalb desselben. Im Sauerstoffgas u. s. w. ist sie dreimal so groß; im Wasserstoffgas u. s. w. viermal so groß. Dieß ist gewiß merkwürdig und verdient fernere Untersuchung.

Für den gegenwärtigen Zweck ist es uns aber nur wichtig zu entscheiden, ob den allgemeinen Erscheinungen nach, das Verhältniß von chemischer oder mechanischer Beschaffenheit sey. In keinem einzigen Falle scheint die Elasticität der Gasarten auch nur im mindesten afficirt zu werden. Nimmt Wasser $\frac{1}{27}$ seines Volumens von irgend einer Gasart in sich, so äußert das absorbirte Gas $\frac{1}{27}$ von der Elasticität des äußern Gas, und dem zufolge entweicht es aus dem Wasser, wenn der Druck von der Oberfläche desselben hinweggenommen, oder wenn eine fremde Kraft eingeführt wird, welche es nicht zu übermeistern vermögend ist. So weit, wie mir es bekannt ist, bleiben alle übrigen Eigenschaften der Gasarten dieselben. Bringt man Wasser, welches Sauerstoffgas enthält, mit Salpetergas in Berührung, so erfolgt die Vereinigung beider Gasarten gewiß; hierauf nimmt das Wasser $\frac{1}{27}$ seines Volumens von dem Salpetergas in sich, wie es auch der Fall gewesen seyn würde, wenn dieser Umstand nicht statt gefunden hätte. Es scheint demnach ausgemacht zu seyn, daß das Verhältniß des Wassers zu den Gasarten ein mechanisches sey.

Das kohlensaure Gas wirkt demnach im ersten Augenblicke auf das Wasser mit seiner ganzen Kraft; nach Verlauf einer kurzen Zeit dringt es zum Theil in das

Wasser ein, und denn trägt die Reaktion des eingedrungenen Antheils dazu bei, die darauf lastende Atmosphäre zu tragen. Endlich vertheilt sich das Gas vollkommen durch das Wasser, so daß es innerhalb und außerhalb desselben von gleicher Dichte ist. Das Gas, welches sich im Wasser befindet, drückt allein auf das dasselbe enthaltende Gefäß, und reagirt auf das von außen darauf drückende Gas. Das Wasser erleidet demnach weder von dem in seinem Innern, noch von dem außerhalb befindlichen Gas einen Druck. Beim ölmachenden Gas beträgt der Druck auf die Oberfläche des Wassers $\frac{7}{8}$, beim Sauerstoffgas u. s. w. $\frac{26}{27}$ und beim Waserstoffgas u. s. w. $\frac{63}{64}$.

Wenn irgend eine Gasart in einem Gefäße in der pneumatischen Wanne mit Wasser gesperrt ist, so daß es mit der atmosphärischen Luft, durch das Medium des Wassers Gemeinschaft haben kann; so wird dieses Gas beständig durch das Wasser in die Atmosphäre übergehen, während die atmosphärische Luft durch das Wasser den entgegengesetzten Weg verfolgt, und die Stelle das Gas in dem Gefäße einnimmt. Nach Verlauf der gehörigen Zeit wird man demnach das Gefäße mit atmosphärischer Luft angefüllt finden müssen, wie auch von mehreren Chemisten bemerkt worden ist. Das Wasser ähnelt in dieser Hinsicht einer irdenen Retorte: es gestattet den Gasarten, sich zu gleicher Zeit nach beiden Richtungen zu bewegen.

Es läßt sich nicht leicht ein Grund angeben, warum das Wasser so leicht von dem kohlensauren Gas u. s. w. nicht aber von den andern Gasarten durchdrungen wer-

de, und warum man dergleichen Unterschiede bei den andern bemerkt. Die Dichten $\frac{1}{8}$, $\frac{1}{27}$ und $\frac{1}{64}$ deuten offenbar auf einen mechanischen Ursprung, keinesweges aber auf einen chemischen hin. Stünden die Dichten der Gasarten innerhalb des Wassers nicht unter diesem Gesetze, so könnte kein mechanisches Gleichgewicht statt finden; ich sehe aber keinen Grund ein, warum nicht alle Gasarten in irgend einer dieser Formen zusammenstimmen könnten.

Im Ganzen scheint es, daß das Wasser, so wie irdene Geschirre, unfähig ist, eine undurchdringliche Hülle für eine Gattung von Luft abzugeben. Das Wasser unterscheidet sich jedoch in einer Hinsicht von den irdenen Geschirren. Letztere werden auf gleiche Art von allen Gasarten durchdrungen; allein das Wasser ist weit durchdringlicher für einige Gasarten als für andere. Andere tropfbare Flüssigkeiten sind in dieser Hinsicht nicht gehörig untersucht worden.

Die wechselseitige Einwirkung des Wassers und der größeren Anzahl der sauren Gasarten und des alkalischen Gas auf einander, welche offenbar von chemischer Beschaffenheit zu seyn scheinen; wird am füglichsten in den Abschnitten von den respektiven Säuren und Alkalien in Erwägung gezogen werden.

Zusatz zu diesem Abschnitte.

Dr. Thomson und Herr Murray haben weitläuftig die Meinung zu vertheidigen gesucht, daß alle Gasarten chemisch mit dem Wasser verbunden sind, und daß eine wirkliche Vereinigung vermittelst einer chemi-

schen Verwandtschaft, welche das Wasser in größerem oder minderen Grade auf alle Gasarten ausübt, statt finde. Diese Verwandtschaft soll von der schwachen Art seyn, oder von derjenigen Art, welche alle Gasarten, ohne irgend einen Unterschied, wechselseitig aufgelöst erhält.

Eine dieser entgegengesetzte Theorie wurde in einer meiner Abhandlungen über die Absorbtion der Gasarten durch Wasser (Manch. Memoirs, new series Vol. I.) bekannt gemacht. Ehe diese Abhandlung in's Publikum kam, ließ Dr. Henry, welcher sich durch seine eigenen Versuche überzeugt hatte, daß die Verbindung der Gasarten mit Wasser von mechanischer Beschaffenheit sey, zwei Abhandlungen im achten und neunten Bande von Nicholson's Journal abdrucken, in welchem die Gründe für diese Behauptung deutlich, und wie ich glaube, unwiderleglich vorgetragen sind.

Meine Absicht ist es keinesweges, in eine weitläuftige Erörterung der Gründe dieser Naturforscher einzugehen. Das Hauptargument von Dr. Thomson scheint folgendes zu seyn: daß „das Wasser so viel von jedem Gas absorbiren werde, bis die Repulsion unter den absorbirten Theilchen genau der Verwandtschaft des Wassers zu denselben das Gleichgewicht hält." Er folgert ferner, daß die Verwandtschaft des kohlensauren Gas zum Wasser so groß sey, daß sie beinahe der Elasticität das Gleichgewicht halte; daß die Verwandtschaft des ölmachenden Gas zum Wasser der Hälfte; die des Sauerstoffgas einem Drittheil; des Stickgas einem Viertheil u. s. w. ihrer Elasticität gleich sey. Wenn

nun ein Theilchen Wasser ein Theilchen Kohlensäure mit einer der Repulsion analogen Kraft anzieht, so muß dieselbe in demselben Verhältnisse wachsen, in welchem die Entfernung abnimmt. Ist aber dieses der Fall, so müssen zwei dergleichen Theilchen in einer jeden Entfernung im Gleichgewichte seyn; und wenn eine andere Kraft auf das Theilchen von Gas wirkt, und es gegen das Wasser hintreibt, so müssen beide Theilchen sich vereinigen, oder in die innigste Berührung kommen. Ich würde demnach aus Dr. Thomson's Grundsatze schließen, daß jedes Theilchen Wasser ein Theilchen Säure aufnehmen müsse, und daß mithin ein Pfund Wasser sich beinahe mit zwei und einem halben Pfunde Kohlensäure verbinden müsse.

Hr. Murray führt eine große Menge von Umständen an, welche, seiner Meinung nach, mit der mechanischen Hypothese unverträglich sind. Er bemerkt z. B. daß es bekannt sey, daß einige der sauren und alkalischen Gasarten in großer Menge und ohne Zweifel vermöge der chemischen Verwandtschaft vom Wasser absorbirt werden; es müßten demnach die in einem minderen Grade absorbirbaren Gasarten unter demselben Einflusse, nur aber in einem schwächeren Grade stehen, und „es sey unmöglich eine Gränzlinie zwischen denen Gasarten, wo man sich die Absorbtion als bloß mechanisch, und denen, wo dieselbe in Folge einer chemischen Verwandtschaft statt finde, zu ziehen."

Meines Dafürhaltens ist nichts so leicht, als eine genaue Gränzlinie zu ziehen: wo man findet, daß das Wasser die Elasticität irgend einer Gas-

art vermindert oder zerstört, da wirkt es als chemisches Agens; in den Fällen aber, wo es keine dieser Wirkungen hervorbringt, ist dasselbe ein mechanisches Agens.

Derjenige, welcher die chemische Theorie von der Absorbtion der Gasarten durch Wasser vertheidigen will, müßte von allen Dingen nachstehendes Argument von Dr. Henry über den Haufen werfen können: „die Menge jeder vom Wasser absorbirten Gasart, steht im genauen Verhältnisse mit dem Drucke; und da es ein Gesetz für die Naturforscher ist, Wirkungen von derselben Gattung, wenn sie auch im Grade von einander verschieden sind, denselben Ursachen zuzuschreiben, so kann man mit völliger Sicherheit schließen, daß jedes, selbst das kleinste Theilchen einer Gasart, welches vom Wasser absorbirt ist, in diesem Zustande lediglich durch den darauf lastenden Druck zurückgehalten werde. Es ist demnach keine Veranlassung vorhanden, das Gesetz der chemischen Verwandtschaft zu Hülfe zu rufen, wenn ein mechanisches Gesetz völlig und befriedigend die Erscheinungen erklärt."

Vierter Abschnitt.

Von der Zusammensetzung der festen Körper.

Ein fester Körper ist derjenige, dessen Theilchen sich im Zustande des Gleichgewichtes zwischen zwei großen Kräften, der Attraktion und Repulsion, aber auf eine solche Art, befinden; daß ohne beträchtliche Gewalt keine Veränderung in ihren Entfernungen gemacht werden kann. Versucht man eine Annäherung der Theilchen durch Gewalt, so widerstehet diesem der Wärmestoff; versucht man eine Trennung, so widerstehet dieser die Anziehung. Die Vorstellung von Boscovich von abwechselnden Ebenen der Anziehung und Zurückstoßung scheint unnöthig zu seyn; außer daß man genöthigt wird, anzunehmen; daß wenn man mit Gewalt die Cohäsion eines Körpers zerstöhrt, die neu ausgesetzte Oberfläche solch eine Modifikation in ihrer Atmosphäre des Wärmestoffs erhalte, wodurch die fernere Verbindung der Theile, ohne Anwendung großer Kraft, verhindert wird.

Der wesentliche Unterschied zwischen tropfbarflüßigen und festen Körpern bestehet vielleicht darin, daß der Wärmestoff die Figur der Anordnung der kleinsten Theilchen der ersteren stätig und stufenweise verändert, wäh-

rend sie den tropfbar flüßigen Zustand beibehalten; während bei der letzteren es wahrscheinlich ist, daß eine Veränderung der Temperatur nur eine Veränderung der Größe, nicht aber der Anordnung der kleinsten Theilchen zur Folge habe.

Ungeachtet der Starrheit der festen Körper oder der Schwierigkeit, die Theilchen derselben aneinander fortzubewegen, giebt es doch einige, welche eine solche Bewegung ohne zu zerbrechen zulassen, wenn eine gehörige Kraft angewendet, und vorzüglich, wenn sie durch Wärme unterstützt wird. Es wird nur nöthig seyn, hier die Biegsamkeit und Streckbarkeit der Metalle anzuführen. Es scheint, daß in diesen Fällen die Theilchen an ihren Oberflächen hingleiten, wie etwa ein Stück polirtes Eisen, an den Enden eines Magneten hingleitet, ohne daß ihre Cohäsion im mindesten geschwächt werde. Die absolute Kraft der Cohäsion, welche die Stärke der Körper ausmacht, ist ein Gegenstand von großer Wichtigkeit für die Praxis. Man fand durch Versuche, daß Dräthe aus verschiedenen Metallen, von denen jeder ein Zehntheil Zoll im Durchmesser hatte, durch die Gewichte, welche nachstehende Tabelle angiebt, zerrissen wurden.

Blei . . .	von	$29\frac{1}{4}$	Pfunden.
Zinn . . .	—	$49\frac{1}{4}$	
Kupfer . . .	—	$299\frac{1}{4}$	
Messing . . .	—	360	
Silber . . .	—	370	
Eisen . . .	—	450	
Gold . . .	—	500	

Ein Stück gutes Eichenholz, welches einen Quadratzoll in's Gevierte hält, und einen Yard lang ist, trägt in der Mitte 330 Pfund. Allein ein solches Stück Holz darf in der Praxis auf die Länge der Zeit nicht mehr als mit $\frac{1}{3}$ oder $\frac{1}{4}$ dieser Last beschwert werden. Eisen ist ungefähr zehnmahl so stark als Eichenholz von derselben Dimension.

Man möchte geneigt seyn zu glauben, daß Stärke und Härte im Verhältnisse zu einander stehen; dieß ist aber nicht der Fall. Glas ist härter als Eisen, letzteres ist aber ungleich stärker als ersteres.

Die Krystallisation legt uns die Wirkungen der natürlichen Anordnung der kleinsten Theilchen verschiedener, zusammengesetzter Körper dar; wir sind aber kaum hinreichend mit der chemischen Synthesis und Analysis bekannt, um das Rationale dieses Prozesses einzusehen. Die rhomboidale Form kann durch eine schickliche Anordnung von 4, 6, 8 oder 9 kugelförmigen Theilchen, die kubische Form aus 8 Theilchen, die dreieckigte Form aus 3, 6 oder 10 Theilchen, das sechseckige Prisma aus 7 Theilchen u. s. w. bestehen. Vielleicht sind wir einst im Stande, die Anzahl und Ordnung der elementarischen Theilchen, die irgend ein gegebenes, zusammengesetztes Element bilden, auszumitteln, und hieraus die Gestalt zu bestimmen, welche es vorzugsweise bei der Krystallisation annehmen wird, und umgekehrt. Noch scheint es aber zu frühzeitig zu seyn, eine Theorie über diesen Gegenstand zu entwerfen, bevor nicht aus anderen Principien die Anzahl und Ordnung der uranfänglichen Ele-

mente entdeckt wurden, welche sich chemisch verbinden, um eines der am häufigsten vorkommenden, zusammengesetzten Elemente darzustellen. In dem nächst folgenden Kapitel will ich mich bemühen, eine hierauf Bezug habende Methode anzugeben.

Kpitel III.

Von der chemischen Synthesis.

Wenn sich ein Körper in einem elastischen Zustande befindet, so sind die Theilchen desselben ungleich weiter von einander entfernt, als in irgend einem anderen Zustande. Jedes Theilchen nimmt den Mittelpunkt einer verhältnißmäßig großen Sphäre ein, und behauptet seine Würde dadurch, daß es alle übrige, welche vermöge ihrer Schwere oder aus andern Gründen geneigt wären, es aus seiner Stelle zu vertreiben, in einer ehrfurchtsvollen Entfernung hält. Wollen wir versuchen, uns die Anzahl der in einer Atmosphäre enthaltenen Theilchen vorzustellen, so ähnelt dieses Unternehmen dem, die im Universum befindlichen Sterne zu zählen; wir erliegen unter der Größe des Gegenstandes. Beschränkt man aber den Gegenstand, und nimmt man irgend ein bestimmtes Volumen von einer Gasart, so kann man überzeugt seyn, daß wenn die Theilungen auch noch so weit getrieben werden, die Anzahl der Theilchen doch endlich seyn müsse; so wie in einem gegebenen Raume des Universums die Anzahl der Sterne und Planeten nicht unendlich seyn kann.

Die chemische Analysis und Synthesis gehen nicht weiter, als auf die Trennung eines Theilchens von dem

andern und auf ihre Wiedervereinigung. Nun liegt aber eine neue Schöpfung oder Zerstörung der Materie außerhalb der Gränze chemischer Wirksamkeit. Wir könnten eben so wohl versuchen, einen neuen Planeten in das Sonnensystem einzuführen, oder einen schon vorhandenen zu vernichten, als das kleinste Theilchen Wasserstoff zu schaffen oder zu zerstören. Alle Veränderungen, welche wir hervorzubringen im Stande sind; beschränken sich darauf, Theilchen, welche sich im Zustande der Cohäsion oder der chemischen Verbindung befinden, zu trennen, und solche zu verbinden, welche vorher entfernt von einander waren.

Mit Recht hat man bei allen chemischen Untersuchungen es als einen wichtigen Gegenstand angesehen, das relative Gewicht der einfachen Körper, welche einen zusammengesetzten bilden, auszumitteln. Allein unglücklicher Weise endigte sich die Untersuchung hier; obgleich man aus den relativen Gewichten in der Masse, die relativen Gewichte der letzten Theilchen oder Atome der Körper hätte schließen können, woraus sich ihre Anzahl und Gewicht in verschiedenen andern Zusammensetzungen würde ergeben haben, um künftige Untersuchungen zu unterstützen und zu leiten, und ihre Resultate zu berichtigen. Nun ist es eine der Hauptrücksichten dieses Werkes, zu zeigen, wie wichtig und vortheilhaft es sey, auszumitteln: die relativen Gewichte der letzten Theilchen, so wohl der einfachen als zusammengesetzten Körper; die Anzahl der einfachen, elementarischen Theilchen, welche ein zusammengesetztes Theilchen bilden, und die Anzahl

von weniger zusammengesetzten Theilchen, welche in die Bildung eines mehr zusammengesetzten Theilchens eingehen.

Wenn zwei Körper, wie A und B, geneigt sind, sich chemisch zu verbinden, so ist folgendes die Ordnung, in welcher die Verbindungen statt finden können, wo mit der einfachsten der Anfang gemacht wurde: nehmlich

										Verbindung
Ein Atom	v.	A	+	1 Atome	v.	B	=	1 Atome	v.	C, zweifache
Ein Atom	v.	A	+	2 Atomen	v.	B	=	1 Atome	v.	D, dreifache
Zwei Atome	v.	A	+	1 Atome	v.	B	=	1 Atome	v.	E, dreifache
Ein Atom	v.	A	+	3 Atomen	v.	B	=	1 Atome	v.	F, vierfache
Drei Atome	v.	A	+	1 Atome	v.	B	=	1 Atome	v.	G, vierfache

u. s. w. u. s. w.

Folgende allgemeine Regeln können als Richtschnur für alle unsere Untersuchungen in Hinsicht der chemischen Synthesis angenommen werden.

Erstens: Wenn nur eine Verbindung aus zwei Körpern erhalten werden kann, so muß man vermuthen, daß dieselbe eine zweifache sey, es sey denn, daß sich eine Ursache zur Annahme des Gegentheils vorfindet.

Zweitens: Werden zwei Verbindungen bemerkt, so muß man vermuthen, daß es eine zweifache und dreifache sey.

Drittens: Werden drei Verbindungen erhalten, so kann man erwarten, daß die eine, eine zweifache, die beiden andern dreifache Verbindungen seyn werden.

Viertens: Werden vier Verbindungen bemerkt, so sollte man eine zweifache, zwei dreifache und eine vierfache Verbindung erwarten, u. s. w.

Fünftens: Eine zweifache Verbindung muß

stets specifisch schwerer als ein bloßes Gemenge aus ihren beiden Bestandtheilen seyn.

Sechstens: Eine dreifache Zusammensetzung muß specifisch schwerer als ein Gemenge aus einer einfachen und zweifachen, welche chemisch verbunden jene dargestellt haben würden, seyn.

Siebentens: Die oben angegebenen Regeln und Bemerkungen finden gleichfalls ihre Anwendung, wenn sich zwei Körper, wie C und D, D und E u. s. w. chemisch mit einander verbinden.

Aus der Anwendung dieser Regeln auf die chemisch gehörig ausgemittelten Thatsachen, lassen sich nachstehende Folgerungen ziehen:

1. Das Wasser ist eine einfache Zusammensetzung aus Wasserstoff und Sauerstoff, und das relative Gewicht der beiden, elementarischen Atome, verhält sich nahe wie 1 zu 7.

2. Das Ammonium ist eine zweifache Zusammensetzung aus Wasserstoff und Stickstoff, und die relativen Gewichte der beiden Atome verhalten sich nahe wie 1 zu 5.

3. Das Salpetergas ist eine zweifache Zusammensetzung aus Stickstoff und Sauerstoff, deren Atome in dem Verhältniß wie 5 zu 7 stehen; die Salpetersäure ist eine zweifache oder dreifache Zusammensetzung, wie sich aus den oben angeführten Regeln ergiebt, und ist aus einem Atome Stickstoff und zwei Atomen Sauerstoff, welche zusammen 19 wiegen, zusammengesetzt; das oxydirte Stickgas ist eine der Salpetersäure ähnliche Zusammensetzung, und bestehet aus einem Atome Sauerstoff und zwei Atomen Stickstoff, welche 17 wiegen; die sal-

petrige Säure ist eine zweifache Zusammensetzung aus Salpetersäure und Salpetergas, welche 31 wiegen; die oxydirte Salpetersäure ist eine zweifache Zusammensetzung, 26 wiegend.

4. Das gasförmige Kohlenoxyd ist eine Zusammensetzung aus einem Atom Kohle und einem Atom Sauerstoff, welche zusammen beinahe 12 wiegen; die Kohlensäure ist eine dreifache Zusammensetzung (zuweilen auch eine zweifache) aus einem Atome Kohle und zwei Sauerstoff, welche 19 wiegen, bestehend.

In allen diesen Fällen sind die Gewichte durch Atome des Wasserstoffs ausgedrückt, von denen jeder die Einheit bezeichnet.

In der Folge sollen die Thatsachen und Versuche, von welchen diese Schlüße abgeleitet wurden, ausführlicher angegeben werden. Außerdem werde ich eine zahlreiche Menge anderer Erfahrungen anführen, aus welchen die Zusammensetzung und das Gewicht der kleinsten Theilchen der vornehmsten Säuren, Alkalien, Erden, Metalle, metallischer Oxyden und schwefelhaltiger Verbindungen; der langen Reihe von Neutralsalzen, kurz aller der chemischen Verbindungen, von denen wir bis jetzt eine erträglich gute Analyse besitzen, gefolgert werden kann. Einige dieser Schlüße, sollen durch mir eigenthümlich angehörende Versuche unterstützt werden.

Sowohl wegen der Neuigkeit als Wichtigkeit der in diesem Kapitel vorgetragenen Ideen, wurde es dienlich gefunden, Kupferplatten zu liefern, welche die Art der Verbindung für einige der einfachsten Fälle darlegen. Einige derselben sind diesem ersten Theile beigefügt. Die

Ele-

Elemente oder Atome solcher Körper, welche jetzt für einfach gehalten werden, sind durch einen kleinen Kreis, welchem einige unterscheidende Merkzeichen beigefügt sind, vorgestellt. Die Verbindungen werden durch das Nebeneinandersetzen von zwei oder mehreren der ersten ausgedrückt. Wenn drei oder mehrere Theilchen elastischer Flüßigkeiten mit einander zu einem verbunden sind, so muß man voraussetzen, daß die Theilchen derselben Art einander zurückstoßen, und diesem gemäß ihre Stellung annehmen.

Ende des ersten Theils.

Erklärung der Kupfertafeln.

Tafel I.

Fig. 1. Diese Figur dient dazu die Ideen des Verfassers, über die Kapacitäten der Körper für den Wärmestoff zu erläutern. Man sehe Seite 5. Sie stellt drei zylindrische Gefäße dar, von denen eines in dem andern enthalten ist, und welche keine andere Gemeinschaft, als über ihren oberen Rand mit einander haben. Das innerste ist mit einer parallelen Seitenröhre, die in Grade eingetheilt ist, welche die Grade eines Thermometers vorstellen sollen, dessen Skale mit der absoluten Kälte anfängt, in Verbindung. Schüttet man eine Flüssigkeit (man denke sich unter derselben den Wärmestoff) in die Röhre, so wird diese das innere Gefäß durch eine Oeffnung, welche sich im Boden befindet, anfüllen, und in der Röhre und dem Gefäße genau auf dieselbe Höhe steigen. Gleiche Inkremente der Wärme, bringen in diesem Falle (der Voraussetzung nach) gleiche Inkremente der Temperatur zuwege. Hat die Temperatur einen gewissen Punkt erreicht (man nehme an 6000°) so mag der Körper den Zustand eines festen Körpers mit dem eines flüßigen vertauschen, wie z. B. sich aus Eis in Wasser verwandeln in welchem Falle seine Kapacität für den Wärmestoff vermehrt wird, welches durch das

zweite Gefäß vorgestellt werden kann. Es wird dann eine beträchtliche Menge der Flüßigkeit in die Röhre geschüttet werden müssen, bevor man ein Steigen wird wahrnehmen können; denn sie fließt über den Rand des innersten Gefäßes in die Hölung des zweiten. Endlich erreicht sie eine gleiche Höhe, und dann wird ein verhältnißmäßiges Steigen erfolgen, bis der Körper in eine elastische Substanz verwandelt wird, wo dann das Thermometer wieder stationär wird — indem ein großer Antheil Wärmestoff in den Körper eingeht, welcher jetzt eine neue Kapacität annimmt.

Fig. 2. Ist eine vergleichende Ansicht der alten und neuen Eintheilungen der Skale des Queckſilber-Thermometers. Man sehe die Tabelle Seite 17 ff. Der Zwischenraum zwischen dem Sied- und Frostpunkte des Wassers beträgt in beiden Skalen 180°, und die beiden äußersten Punkte sind in beiden mit 32° und 212° bezeichnet. Es giebt keine anderen Punkte der Temperatur in welchen die beiden Skalen übereinkommen können.

Fig. 3. Giebt eine Ansicht von den Eintheilungen eines Wasserthermometers in Uebereinstimmung mit der neuen Skale des Quecksilberthermometers. Der niedrigste Punkt ist bei 45°, die Zwischenräume von 45° aufwärts zu 55°, 65°, 75° u. s. w. sind wie die Zahlen 1, 4, 9 u. s. w. Es fallen 30° und 60°, so wie 20° und 70° u. s. w. zusammen.

Tafel II.

Fig. 1. Stellt ein Luftthermometer, oder die Ausdehnung der Luft durch Wärme vor. Die Zahlen sind

die Fahrenheitschen, und die Zwischenräume sind so wie sie in der siebenten Spalte der Seite 17 ff. befindlichen Tabelle angegeben werden.

Fig. 2. Ist die logarithmische Linie. Die Ordinaten derselben sind in gleichen Intervallen errichtet, und nehmen in dem Verhältnisse $\frac{1}{2}$ ab. Die Intervallen der Abscissen, oder der Basis der Curve, stellen gleiche Intervalle der Temperatur vor (25° für Wasserdunst, und 34° für Aetherdunst), die Ordinaten drücken Zolle Quecksilber aus, deren Gewicht der Kraft des Wasserdunstes bei dieser Temperatur gleich ist. Man sehe die 8te und 9te Spalte der Seite 17 ff. befindlichen Tabelle. So ist die Gewalt des Wasserdunstes bei 212° und des Aetherdunstes bei 110° der neuen Skale, gleich 30 Zollen Quecksilber; bei 187° ist die Kraft des Dunstes halb so groß, oder 15 Zoll, und bei 76° ist die des Aetherdunstes gleichfalls 15 Zoll u. s. w.

Fig. 3. Ist eine Idee von Herrn Ewart, welche dazu dienen soll, die Vorstellungsart, welche ich in dem Abschnitte, von der Temperatur der Atmosphäre vorgetragen habe, zu erläutern. Die Figur stellt ein an dem einen Ende verschlossenes, an dem anderen Ende offenes zylindrisches Gefäß vor, welches mit einem sich in demselben auf und nieder bewegenden Stempel versehen ist. Man nimmt an, daß das Gefäß mit Luft angefüllt sey, und mit dem Stempel ist ein Gewicht, welches als Gegengewicht dienen soll, verbunden. An der Seite des Gefäßes, ist ein Thermometer, dessen Skale herausragt, eingekuttet. Nimmt man nun an, der Stempel bewege sich ohne Reibung, und das Gefäß werde in der Atmo-

sphäre in die Höhe gehoben, so wird der Stempel nach und nach in die Höhe steigen, und der im Innern befindlichen Luft gestatten, sich auszudehnen; so daß an jedem Orte, die Dichte derselben, mit der der äußeren Luft correspondiren wird. Diese Ausdehnung strebt (vorausgesetzt, daß kein Wärmestoff vom Gefäße hergegeben werde) die Temperatur der inneren Luft zu vermindern.

Ein solches Werkzeug, wie das hier beschriebene — wofern es ausführbar wäre — würde das zeigen, was die Theorie erfordert; nehmlich, daß die Temperatur der inneren Luft an jedem Orte derselben senkrechten Säule mit der der äußeren übereinstimmen werde, obgleich der ersteren weder ein neuer Antheil Wärmestoff zugeführt, noch ein Theil dessen, welchen sie ursprünglich hatte, entzogen wurde; noch sie auf irgend eine Art mit der äußern Luft Gemeinschaft hat.

Tafel III.

Die Kugeln in Figur 1 und 2. (man vergleiche Seite 154) stellen Theilchen Wasser vor: in der ersten Figur drückt die Anordnung derselben im Quadrat, die Anordnung der Theilchen im flüßigen Wasser; die rhomboidale Form in der zweiten aber, die Anordnung derselben im Eise aus. Der Winkel ist stets 60° oder 120°.

Fig. 3. Stellt den senkrechten Durchschnitt eines auf zwei andern ruhenden Kügelchens vor, wie 4 und 8, Figur 1.

Fig. 4. Stellt den senkrechten Durchschnitt eines auf zwei andern ruhenden Kügelchens, wie 7 und 5 Figur 2 vor. Die senkrechten Linien der Dreiecke, zeigen die Höhen der Schichten in den beiden Anordnungen.

Fig. 5. Ist die Abbildung eines kleinen Spießchen Eis, welches bei dem plötzlichen Gefrieren des unter dem Frostpunkte erkalteten Wassers gebildet worden. Man sehe Seite 152 — 153.

Fig. 6. Zeigt die Ramifikationen oder das Anschießen des Eises, bei'm Anfange des Gefrierens. Die Winkel sind 60° und 120°.

Tafel IV.

Diese Platte enthält die willkührlichen Zeichen, welche gewählt wurden, um die verschiedenen chemischen Elemente oder kleinsten Theilchen der Körper vorzustellen.

Figur	1	Wasserstoff, sein relatives Gewicht =	1
—	2	Stickstoff	5
—	3	Kohlenstoff (oder Kohle) . .	5
—	4	Sauerstoff	7
—	5	Phosphor	9
—	6	Schwefel	13
—	7	Talkerde	20
—	8	Kalkerde	23
—	9	Natrum	28
—	10	Kali	42
—	11	Strontianerde	46
—	12	Baryterde	68
—	13	Eisen	38
—	14	Zink	56
—	15	Kupfer	56
—	16	Blei	95
—	17	Silber	100
—	18	Platin	100

Fig. 19 Gold 140
— 20 Quecksilber 167
— 21 Ein Atom Wasser oder Wasserdunst, bestehend aus einem Theilchen Sauerstoff und 2 Theilchen Wasserstoff, welche durch eine sehr innige Verwandtschaft in physischer Berührung erhalten werden, und von denen man voraussetzt, daß sie von einer gemeinschaftlichen Atmosphäre Wärmestoff umgeben sind; sein relat. Gew. = 8
— 22 Ein Atom Ammonium zusammengesetzt aus einem Theilchen Stickstoff und einem Theilchen Wasserstoff . . . 6
— 23 Ein Atom von Salpetergas bestehend aus 1 Stickstoff und 1 Sauerstoff 12
— 24 Ein Atom von ölmachendem Gas, zusammengesetzt aus 1 Kohlenstoff und 1 Wasserstoff 6
— 25 Ein Atom gasförmiges Kohlenoxyd zusammengesetzt aus 1 Kohlenstoff und 1 Sauerstoff 12
— 26 Ein Atom oxydirtes Stickgas, 2 Stickgas + 1 Sauerstoff . . . 17
— 27 Ein Atom Salpetersäure, Stickstoff + 2 Sauerstoff 19
— 28 Ein Atom Kohlensäure, 1 Kohlenstoff + 2 Sauerstoff 19
— 29 Ein Atom kohlestoffhaltiges Wasserstoffgas, 1 Kohlenstoff + 2 Wasserstoff . 7
— 30 Ein Atom oxydirte Salpetersäure, 1 Stickstoff + 3 Sauerstoff . . 26
— 31 Ein Atom Schwefelsäure, 1 Schwefel + 3 Sauerstoff 34
— 32 Ein Atom des schwefelhaltigen Wasserstoffs, 1 Schwefel + 3 Wasserstoff . 16
— 33 Ein Atom Alkohol, 3 Kohlenstoff + 1 Wasserstoff 16
— 34 Ein Atom salpetrichte Säure, 1 Salpesäure + 1 Salpetergas 31
— 35 Ein Atom Essigsäure, 2 Kohlenstoff + 2 Wasserstoff 26
— 36 Ein Atom salpetersaures Ammonium, 1

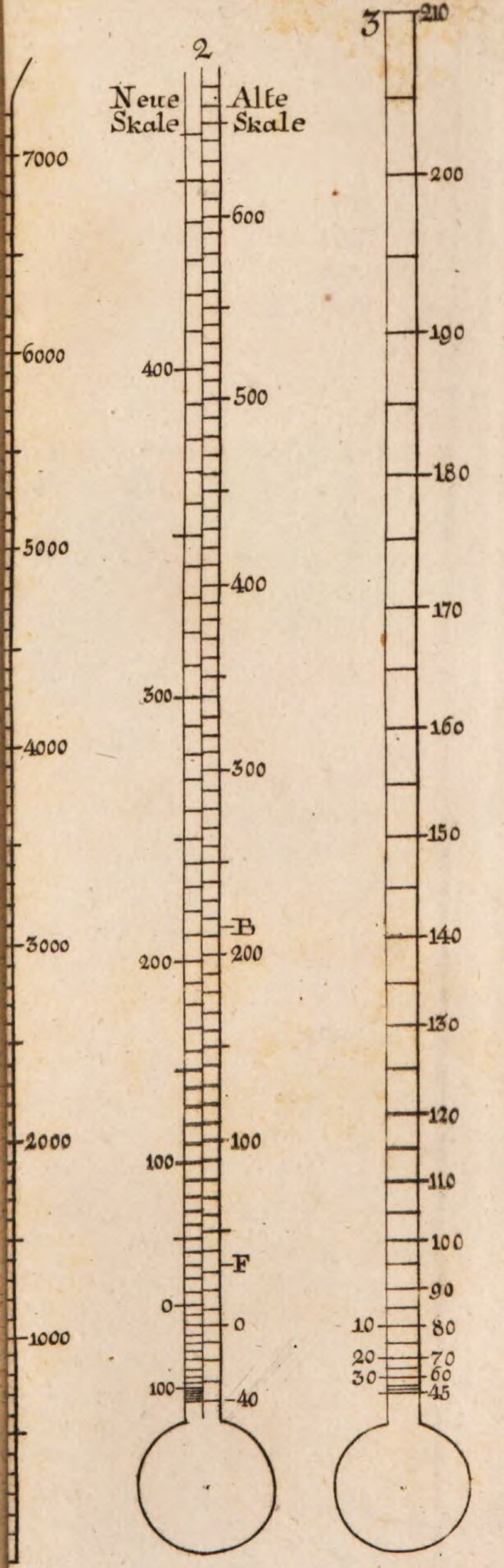
Salpetersäure + 1 Ammonium + 1 Wasser 33

Fig. 37 Ein Atom Zucker, 1 Alkohol + 1 Kohlensäure 35

Das hier Gesagte wird hinreichen, eine Idee von der Methode zu geben. Es wäre ganz unnöthig Karaktere und Verbindungen derselben auszudenken, um vermittelst derselben alle Gegenstände, welche in der Untersuchung vorkommen können, darzulegen. Auch ist es nicht nöthig auf der Genauigkeit aller dieser Zusammensetzungen, sowohl der Zahl als dem Gewichte nach zu bestehen. Der Grundsatz wird, insofern er individuelle Resultate betrifft, in der Folge noch umständlicher erörtert werden.

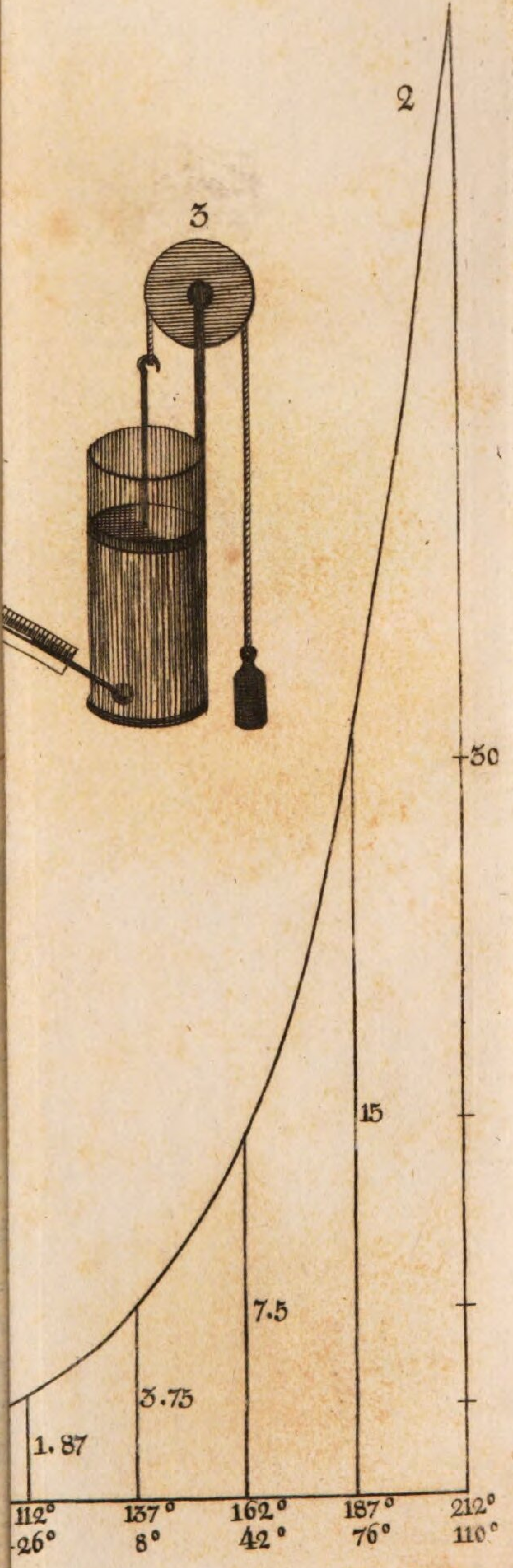
Auch muß man keineswegs glauben, daß alle diejenigen Substanzen, welche als einfache bezeichnet wurden, nothwendig der Theorie nach, einfache Substanzen seyn müssen; insofern dieses die individuellen Resultate betrifft. Natrum und Kali, so wie sie in den Verbindungen mit Säuren angetroffen werden, haben die respektiven Gewichte 28 und 42; allein den sehr wichtigen Entdeckungen von Davy zufolge, sind sie metallische Oxyde. Ersteres muß demnach, als aus einem Atom Metall = 21, und einem Atom Sauerstoff = 7; letzteres aus einem Atome Metall = 35, und einem Atome Sauerstoff = 7 zusammengesetzt gedacht werden: denn das Natrum enthält in hundert Theilen 75 Theile Metall und 25 Theile Sauerstoff; das Kali, 83,3 Metall und 16,7 Sauerstoff. Es verdient vorzügliche Aufmerksamkeit, daß aus der in den philosophischen Transaktionen befindlichen Abhandlung dieses Naturforschers „über die Zerlegung und Zusammensetzung der feuerbeständigen Alkalien" hervorgeht: daß die größte Menge Sauerstoff, welche seine Versuche angeben, für das Kali 17 und für das Natrum 26; die kleinste für ersteres 13, für letzteres 19 in 100 Theilen war.

Taf. I.

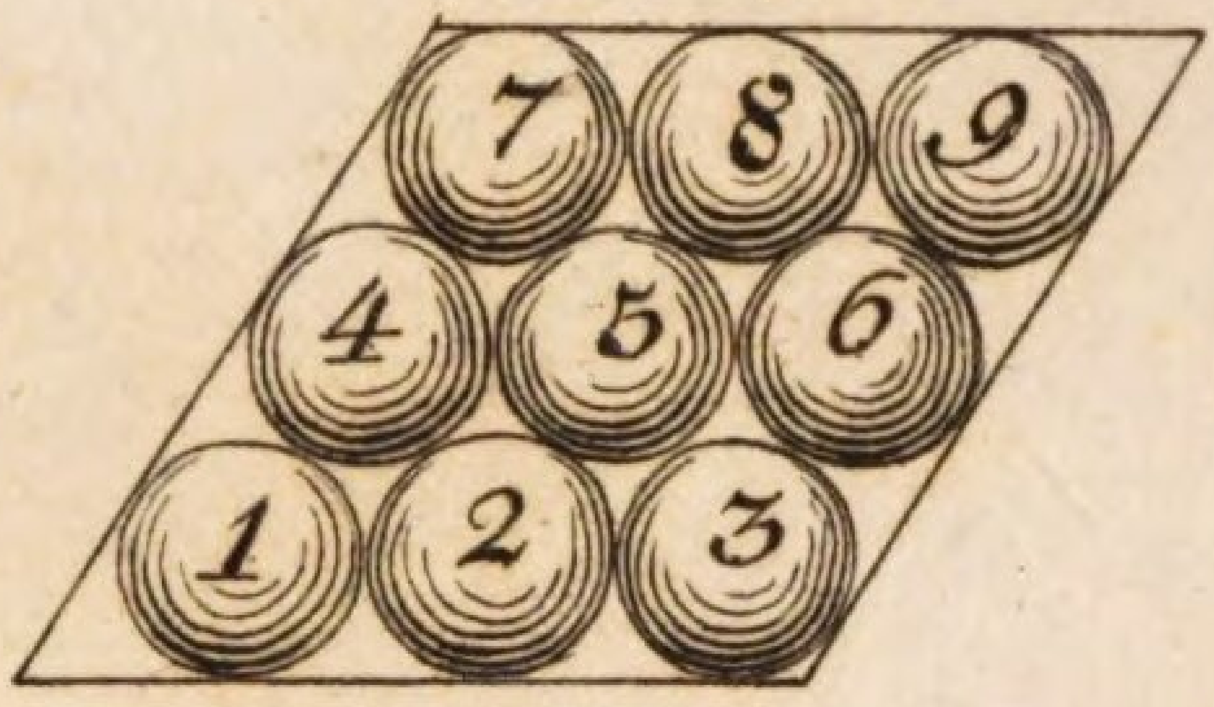


C. C. Glaßbach sc.

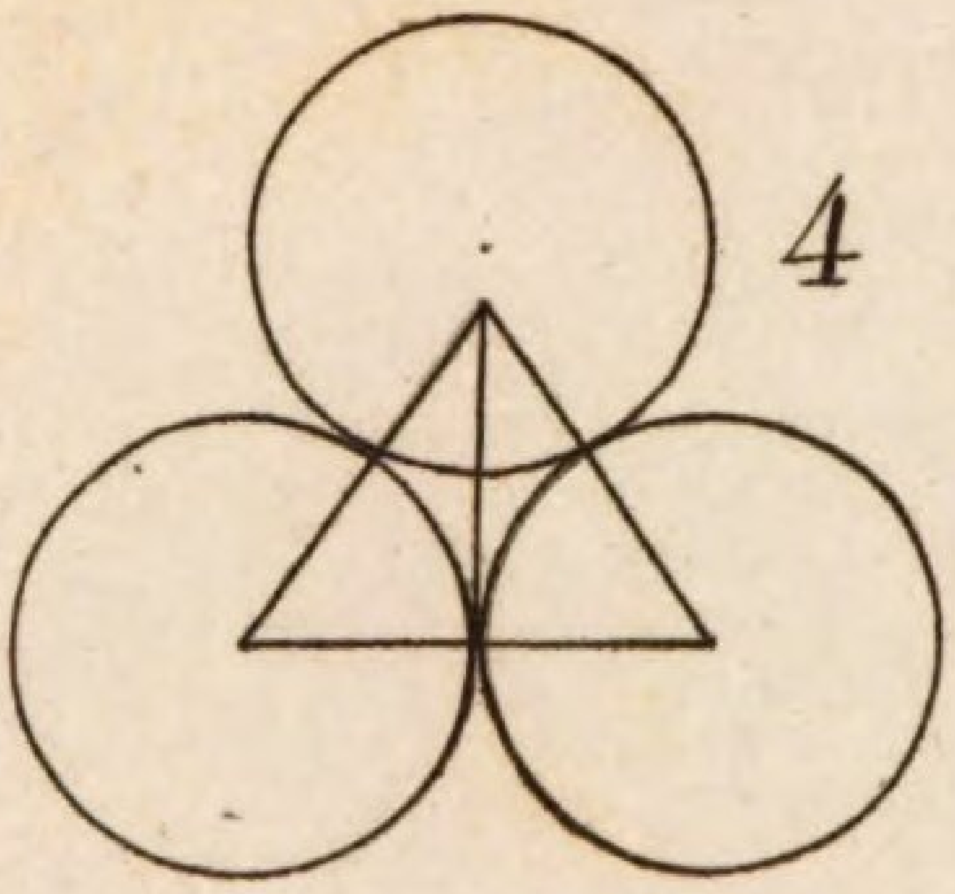
Taf. II.



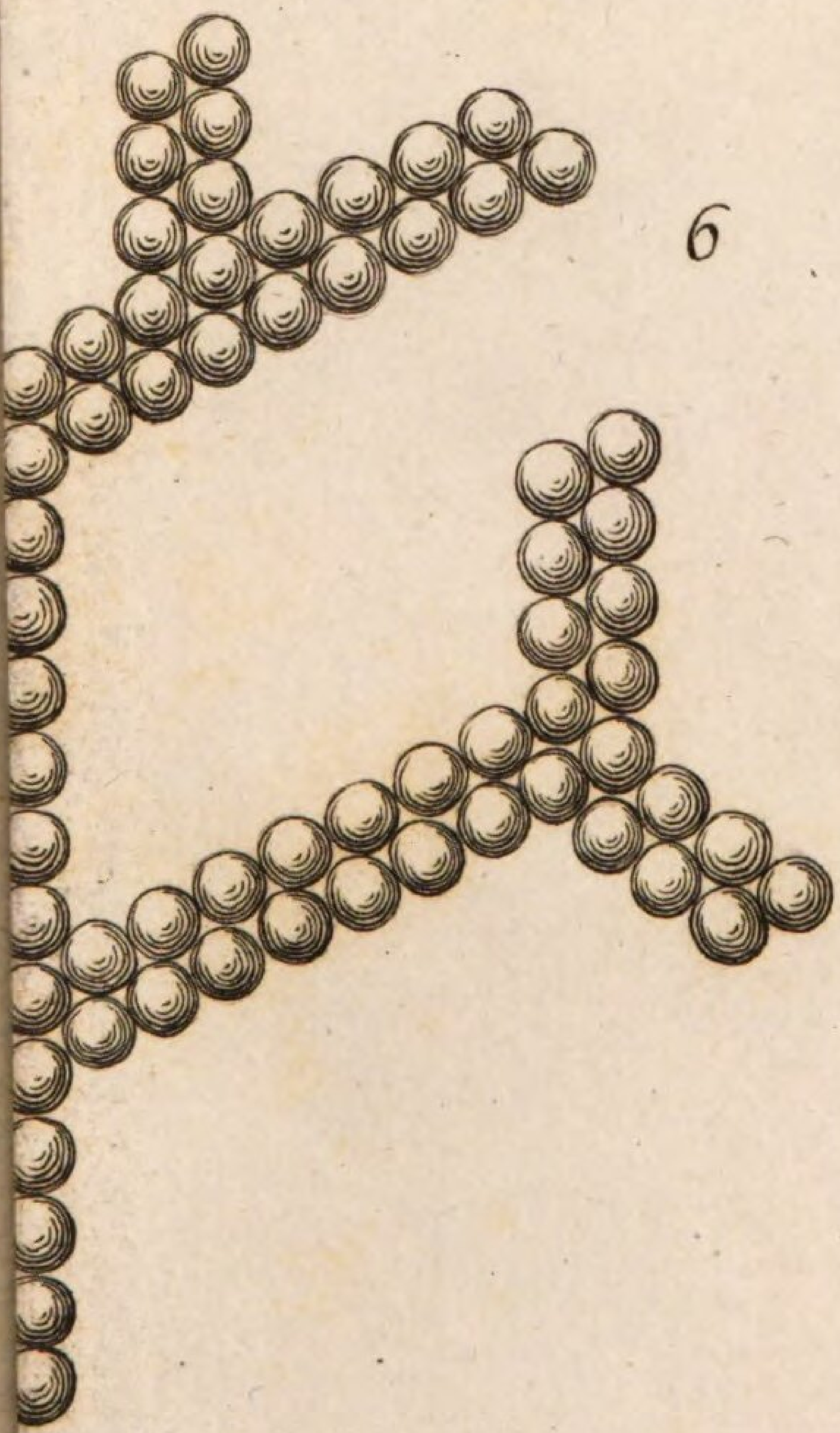
2



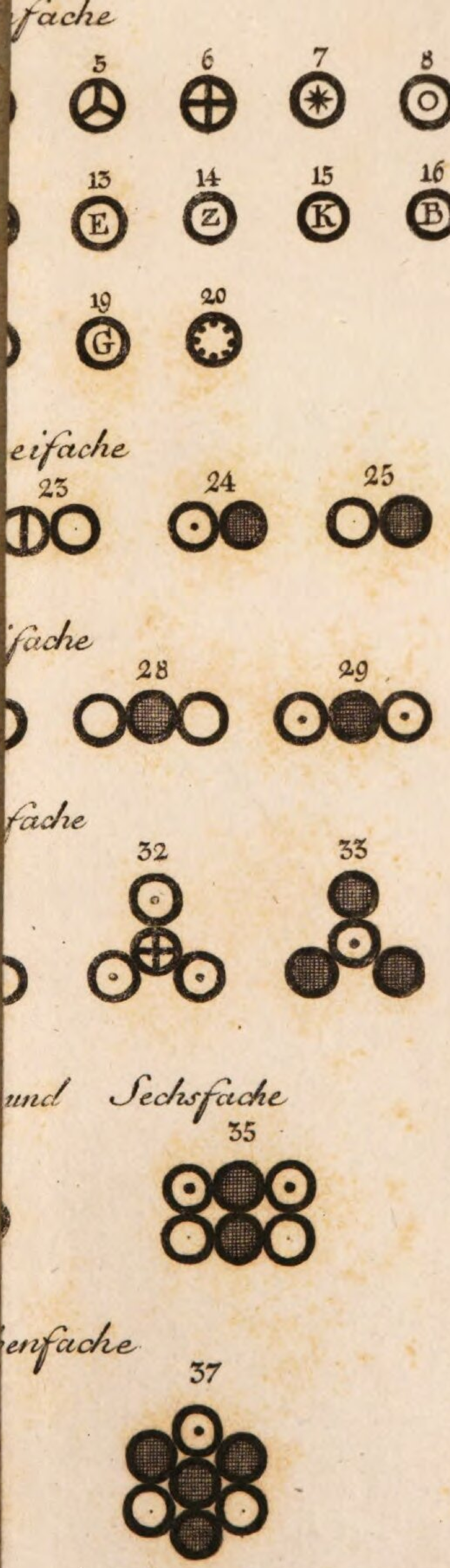
4



6



MENTE. Taf. IV.



C. C. Glassbach fc.

BSB Bayerische StaatsBibliothek

MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Dalton, John,

Ein neues System des chemischen Theiles der Naturwissenschaft

Bd.: 1

Berlin 1812

Chem. 74-1/2

urn:nbn:de:bvb:12-bsb10138511-5